



**Universidade de  
Aveiro**  
**2015/2016**

Departamento de Eletrónica,  
Telecomunicações e Informática

**Mário Rafael Silva  
Gomes**

## **Sistema de apoio à gestão de informação agrícola**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação científica do Doutor Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto e Doutor Cláudio Jorge Vieira Teixeira, professores auxiliares do Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha namorada e à minha família.

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor José Manuel Matos Moreira**

Professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

**Professor Doutor Fernando Joaquim Lopes Moreira**

Professor associado do Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade  
Portucalense

**Professor Doutor Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto**

Professor auxiliar do Departamento de Engenharia de Eletrónica e Telecomunicações da  
Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais por me terem proporcionado chegar a este marco académico, à minha namorada Joana Salomé pela paciência do tempo que ficou sem mim enquanto trabalhava no desenvolvimento desta dissertação. Agradeço também aos professores Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto e Cláudio Jorge Vieira Teixeira por me terem dado a oportunidade de trabalhar neste tema bem como todo o aconselhamento e orientação para a execução deste trabalho. Por fim, agradeço também à Quinta do Estanho pelo tempo despendido e informação cedida.

**palavras-chave**

sistemas de informação, IS, agricultura, sistemas de informação de gestão, sistemas de informação de gestão agrícolas, FMIS, sistema de gestão empresarial, ERP

**resumo**

Num mercado globalizado cada vez mais competitivo, as empresas têm a necessidade de recorrer a ferramentas que lhes permitam gerar valor e distinguir-se da concorrência.

No caso do sector agrícola, há uma aposta cada vez maior na monitorização e reação rápida a alterações detetadas pela monitorização (ex.: deteção precoce de doenças) com vista à obtenção de melhores colheitas e produtos de melhor qualidade. Os sistemas de informação vêm dar resposta a essa necessidade permitindo a gestão dessa informação.

O âmbito deste trabalho assenta na criação de um sistema de informação de gestão agrícola que permita aos gestores recolher dados associados a uma exploração agrícola. Os dados são depois transformados, fornecendo assim aos gestores uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão com vista à otimização de tarefas e operações relacionadas com a sua exploração agrícola.

Este sistema de informação de gestão agrícola consiste numa aplicação Web que tomou como base de conceção, uma exploração vitivinícola.

**keywords**

information system, IS, agriculture, management information system, farm management information system, FMIS, enterprise resource planning, ERP

**abstract**

In a globalized market increasingly competitive, companies have the need to use tools that allow them to generate value and differ from the competition.

In the agricultural sector case, there's an increasing investment in monitoring and quick reaction to detected changes (i.e.: early detection of diseases) in order to obtain better yields and better quality products. Information systems have to address this need by enabling the management of that information.

The scope of this work is based on the creation of a farm management information system that allows the managers to collect data associated with a farm. The data is then transformed to provide the manager a tool for decision-making to be able to optimize tasks and operations related to the farm.

This farm management information system is a web application that has taken a winery farm as the basis for its design.

# Índice

1. Introdução .....	1
1.1 Motivação .....	1
1.2 Objetivos .....	1
1.3 Metodologia de investigação e desenvolvimento.....	2
1.3.1 Dados recolhidos.....	2
1.3.2 Desenvolvimento .....	2
1.4 Contribuições .....	3
1.5 Estrutura do documento .....	3
2. Estado de Arte .....	5
2.1 Sistema de Informação .....	7
2.2 Sistemas de gestão empresarial (ERP) .....	9
2.2.1 Evolução dos sistemas ERP .....	9
2.2.2 Ciclo de vida da implementação de um ERP.....	10
2.3 Sistemas de informação de gestão.....	11
2.3.1 Sistemas de informação de gestão agrícola .....	13
2.3.2 Estrutura de um sistema de informação agrícola .....	14
3. Análise de mercado .....	17
3.1 Caso de Estudo.....	17
3.1.1 Perfil da empresa piloto .....	17
3.1.2 Objetivos do caso de estudo.....	17

3.1.3 Resultados .....	18
3.1.4 Conclusão.....	18
3.2 Softwares existentes .....	18
3.2.1 ISAMARGEM .....	19
3.2.2 Vitsmarter .....	20
3.2.3 Agrivi .....	20
3.2.4 Agri360 .....	21
3.2.5 iAgri .....	22
3.2.6 Comparação .....	22
4. Solução proposta .....	24
4.1 Âmbito de desenvolvimento.....	24
4.2 Requisitos .....	24
4.2.1 Requisitos funcionais.....	25
4.2.2 Requisitos não funcionais .....	25
4.3 Diagrama de casos de uso .....	26
4.4 Maquete .....	28
5. Implementação.....	31
5.1 Arquitetura .....	31
5.2 Tecnologias utilizadas .....	33
5.2.1 Frontend .....	33
5.2.2 Backend .....	33
5.2.3 Serviços Web .....	34
5.2.4 Base de Dados.....	35
5.2.5 Dados geográficos.....	36
5.3 Modelo de dados .....	37
5.4 Aplicação implementada .....	38



5.5 Serviços Web.....	45
5.6 Dificuldades encontradas .....	47
6. Conclusão e trabalho futuro.....	48
7. Bibliografia.....	50
8. Anexos .....	54
8.1 Anexo I – Diagrama de classes com a estrutura de dados da aplicação.....	55

# Acrónimos

SI	Sistema de informação
FMIS	Farm Management Information System
ERP	Enterprise Resource Planning
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
REST	Representational Transfer Protocol
TIC	Tecnologias de informação e comunicação
GIS	Geographic Information System
MRP	Material Requirements Planning
MRPII	Manufacturing Resource Planning
IFS	International Food Standard
WSDL	Web Service Definition Language
RWD	Responsive Web Design

# Índice de Imagens

Figura 1 - Desenvolvimento dos sistemas ERP (adaptado de Focus Research, Inc. 2011)...	9
Figura 2 - Decomposição de diferentes sistemas de gestão de uma organização (Sørensen et al. 2010).....	12
Figura 3 – Arquitetura de um FMIS do ponto de vista do utilizador (adaptado de Pesonen et al., 2008).....	15
Figura 4 - Diagrama de casos de uso da aplicação .....	27
Figura 5 - Protótipo de interface (vista do mapa) .....	28
Figura 6 - Protótipo de interface (vista do mapa com popups) .....	29
Figura 7 - Protótipo de interface (dashboard).....	30
Figura 8 - Arquitetura da aplicação .....	32
Figura 9 - interface de criação de uma nova quinta.....	38
Figura 10 - Interface (Vista Mapa) .....	39
Figura 11 - Menu da aplicação .....	39
Figura 12 – popup para submissão de dados pelo utilizador.....	40
Figura 13 – interface de manipulação das categorias .....	41
Figura 14 - Interface Mapa (Criar Tratamento).....	42
Figura 15 - Interface da página Dashboard .....	43
Figura 16 – Linha do tempo com histórico de ações sobre as parcelas.....	44
Figura 17 - Detalhes de atividade .....	44
Figura 18 - interface de gestão de utilizadores da quinta .....	45
Figura 19 - interface de criação de variáveis para introdução de dados por API.....	46

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Comparativo entre softwares.....	23
Tabela 2 – Tabela de serviços Web implementados.....	46

# **1. Introdução**

A produção de produtos de qualidade tem tanto de arte quanto de ciência. No caso de produtos agrícolas, há uma aposta cada vez maior na monitorização e reação rápida a alterações detetadas na monitorização, por exemplo, com deteção precoce de doenças, com vista à obtenção de melhores colheitas e produtos de melhor qualidade.

## ***1.1 Motivação***

A elevada competitividade entre empresas leva a que cada vez mais se recorra a sistemas de informação com vista à obtenção de mais competitividade. Este ganho de competitividade pode passar por otimização no processo de fabrico ou criação de produtos, redução de custos, gestão de tarefas entre vários outros fatores que permitiram uma empresa melhorar o seu negócio traduzindo-se num produto ou serviço de melhor qualidade.

Uma ferramenta poderosa no auxílio da gestão de empresas são os ERP (do inglês: Enterprise Resource Planning). Existem vários sistemas ERP para suporte aos vários ramos de negócio existentes no mercado. No entanto, muitas dessas soluções são generalistas e por vezes não se aplicam em específico às necessidades reais de uma empresa. A motivação na realização deste projeto prende-se, essencialmente, na vontade de unificar a vantagem dos sistemas de informação a um dos sectores mais importantes da economia nacional.

## ***1.2 Objetivos***

O objetivo desta dissertação é a construção de uma plataforma tecnológica de suporte à recolha de dados de forma manual, semiautomática e/ou automática para apoio à agricultura.

A plataforma deve ser interativa com um sistema ERP e uma ferramenta capaz de oferecer funcionalidades que permitam fazer uma gestão de atividades no terreno de explorações agrícolas oferecendo facilidades e suporte na tomada de decisão.

### ***1.3 Metodologia de investigação e desenvolvimento***

Tendo em vista o desenvolvimento de uma aplicação para gestão agrícola, duas abordagens de investigação foram tomadas. Na primeira abordagem, foram feitas visitas a várias quintas agrícolas de forma a analisar as atividades destas tendo em consideração os métodos de funcionamento, os problemas e dificuldades que enfrentam no seu quotidiano e tentar perceber como um sistema de informação pode ser uma mais-valia. Após estas visitas, foi selecionada uma quinta que serviu de caso de estudo piloto. Esta seleção foi feita tendo em conta o facto de esta não possuir nenhum sistema de informação e pela disponibilidade dos responsáveis para fornecer dados importantes para o desenvolvimento da aplicação.

Por outro lado, a abordagem seguinte consistiu numa análise de mercado onde foram testados vários softwares existentes que permitiam controlar atividades relacionadas com uma quinta agrícola. Esta análise permitiu ter um ponto de situação no que diz respeito ao estado atual das aplicações mais significantes na gestão agrícola.

#### **1.3.1 Dados recolhidos**

A informação recolhida no local sobre as explorações agrícolas e os seus métodos de operação contribuíram para decidir e delimitar os passos a tomar no desenvolvimento deste trabalho.

Mais especificamente, tendo o caso de estudo em conta, foi possível utilizar dados reais da empresa que continham a delimitação e as identificações de cada área pertencente à quinta permitindo, assim, um maior nível de rigor na apresentação de resultados do sistema desenvolvido. Esses dados foram obtidos junto do IFAP (Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas) com autorização dos proprietários da quinta em causa.

#### **1.3.2 Desenvolvimento**

O desenvolvimento tomou também como base a informação recolhida na análise do caso de estudo. Para chegar a uma solução significativa, foi feita também uma pesquisa por *softwares* existentes que pudessem dar resposta às necessidades das empresas do sector. Esta análise consistiu em testes na utilização dos *softwares* em período experimental e foi possível conhecer a sua forma de funcionamento. Com essa análise foi possível ter uma perspetiva de aspetos significativos que poderiam ser contributivos para a elaboração de um levantamento de requisitos para a aplicação desenvolvida.

Os requisitos serviram depois de guia no desenvolvimento da solução tal como está descrito na secção 5 deste documento.

### **1.4 Contribuições**

O trabalho desenvolvido vem contribuir para a unificação de sistemas de informação com o sector da agricultura. A importância de um sistema de informação em qualquer área de negócio é já uma constante bem definida quando se olha aos benefícios que esta pode trazer (Chang 2006). Durante a recolha de dados foi possível conhecer a realidade quanto à aceitação de sistemas de informação no sector. Foi perceptível que há uma maior aceitação de sistemas de apoio com vista à obtenção de melhores resultados sejam eles de qualidade ou redução de despesa. Com a aplicação desenvolvida e dada a sua natureza Web, pretende-se assim chegar a um público-alvo bastante abrangente, fornecendo um conjunto de ferramentas que permitam focar mais no aumento de produtividade e qualidade e ao mesmo tempo reduzir custos e tempo despendido na organização de tarefas de trabalho.

### **1.5 Estrutura do documento**

Este documento é composto por uma secção inicial com o estado de arte onde é feita uma revisão da literatura sobre a evolução da agricultura, tendo em consideração a aplicação da tecnologia nesta área. Ainda nesta secção é também revista evolução dos sistemas de informação no geral bem como os sistemas de informação de gestão empresarial (ERP) e, mais especificamente os sistemas de gestão de agricultura (FMIS). Em seguida é apresentado o caso de estudo que serviu de fundamento à realização deste trabalho. A partir do conhecimento obtido no caso de estudo foi possível delimitar que tipo de funcionalidades o *software* deveria ter e, portanto, foi feita uma análise de várias *softwares* de sistemas de informação existentes para a agricultura referindo as suas características bem como as suas vantagens e desvantagens na implementação. A secção seguinte é referente à solução proposta onde é feito o seu enquadramento, são definidos os casos de uso, os requisitos para o *software* e por fim é apresentado o protótipo definido no momento inicial da projecção.

Em seguida, a secção da implementação faz referência à arquitetura do sistema e as justificações que levaram à arquitetura apresentada. São descritas as tecnologias utilizadas e, por fim, a aplicação implementada é descrita recorrendo a várias imagens representativas da interface e respetivas descrições. Finalmente, no resumo é feito um rescaldo da realização

desta dissertação e são referidos os possíveis trabalhos futuros a desenvolver associados à aplicação desenvolvida.



## 2. Estado de Arte

Há cerca de 10.000 anos atrás, no período neolítico, deu-se um dos eventos mais marcantes na história humana: a descoberta da agricultura (Lev-Yadun et al. 2000). Até essa época, as populações humanas existentes eram capazes de criar variadíssimas ferramentas sofisticadas e especializadas para os diferentes modos de predação adaptando-se assim a diferentes ambientes. Estas populações eram consideradas predadoras, ou seja, não tinham qualquer método de produção de alimento e, por isso, tinham de se adaptar ao que a natureza lhes oferecia no seu estado natural, recorrendo à pesca, caça e coleta (ex.: frutos) para se poderem sustentar. (Mazoyer & Roudart 2009). A partir desta época, as populações começaram a semear plantas e a criar animais para os multiplicar e utilizar-se dos seus produtos.

A agricultura foi um marco importante na história do Homem pois permitiu a existência de aglomerados humanos com maior densidade populacional e foi um passo decisivo para o desenvolvimento humano. (Lev-Yadun et al. 2000).

Durante o período entre o século XVI e até meados do século XIX, na Inglaterra, houve aquela que se denomina por revolução agrícola dos tempos modernos que foi caracterizada pela duplicação da produção e da produtividade agrícola. Esta revolução gerou uma abundância de alimentos proporcionando um crescimento da população. (Mazoyer & Roudart 2009) Estes eventos, juntamente com outros de grande relevância, proporcionaram aquilo que se designa como a Revolução Industrial. (Overton 1996).

Com a Revolução Industrial surgiu o que se denominada por agricultura industrial. No início do século XIX, as técnicas agrícolas tinha evoluído tanto que o rendimento por unidade de terreno teve um aumento nunca antes visto desde a idade média (Kingsbury 2009).

A agricultura industrializada levou a um processo contínuo de mecanização que permitiu aos agricultores individuais gerir largas áreas de campos de cultivo com menos custos. Por outro lado, a industrialização caracterizou-se também pela dependência de fatores de produção externos, alheios à exploração agrícola como: fertilizantes, pesticidas e combustíveis fósseis. Neste tipo de agricultura, a racionalização no uso de recursos para obtenção de uma melhor eficiência nos processos de produção tornou-se uma realidade não muito diferente do que já acontecia em outros setores e foi justificada com base numa ciência reducionista que visava

a procura de soluções universalmente aplicáveis, ignorando as particularidades das condições locais e também com a necessidade de adaptar novas tecnologias e conhecimentos proporcionando um maior desenvolvimento. (Quercus 2016).

Durante a modernização agrícola, as técnicas tradicionais são substituídas por tecnologias industriais produzidas fora da comunidade rural. Por outro lado, o conhecimento local normalmente associado à experiência e adquirida pelo agricultor, é substituída por conhecimento científico. Assim, criou-se uma dependencia de fatores externos sobre os quais a comunidade rural não tem controlo. (Quercus 2016).

A introdução de tecnologias e conhecimentos externos, não adaptados às condições ecológicas e sociais locais, desencadeou a erosão da cultura camponesa, com consequente homogeneização sociocultural, provocando degradação ambiental ao nível das explorações agrícolas (Quercus 2016).

No início do século XX surgiram as primeiras grandes corporações industriais, tendo como base de sucesso a eficiência na produção em massa. Com isto, apareceram também os primeiros trabalhos da ciência da administração, tendo como objetivo a racionalização do trabalho.

A industrialização da agricultura foi fortemente impulsionada após a segunda grande guerra mundial, e deu origem ao que é conhecido como “Revolução Verde”. Esta revolução caracterizou-se pela introdução de políticas que tinham em vista o aumento da produção agrícola com o objetivo de alcançar a segurança alimentar, ou seja, aumentar a produção de forma a ter sempre alimento suficiente que permita a população ter um vida saudável e ativa (Moseley 2015).

No final do século XX com o avanço na área das comunicações e a consequente globalização, as organizações foram obrigadas a ajustarem o seu modelo de negócio de forma a tornarem-se competitivas (Moreira 2004). Paralelamente, os crescentes avanços na área das tecnologias da informação permitiram o desenvolvimento de sistemas com grandes capacidades de armazenamento que permitiam às organizações tornar a sua administração baseada na tomada de decisão a partir de análise de dados concretos.

Nos dias de hoje, as explorações agrícolas estão a evoluir para fábricas de alta tecnologia que são caracterizadas pela produção de larga escala com recurso ao uso intensivo de tecnologia. Para além de terem de ser eficientes, também precisam de respeitar regras de

qualidade e ambientais bem como de serem capazes de se adaptar às condições que o mercado exige (Verdouw et al. 2015). Neste complexo ambiente de negócio, é grande a importância de manter todo o processo de negócio controlado o que impõe elevados requisitos na gestão de tarefas e consequentemente no suporte de sistemas de informação, nomeadamente na flexibilidade, integração e inteligência para um bom apoio à decisão (Sørensen et al. 2010; Wolfert et al. 2010).

## ***2.1 Sistema de Informação***

De acordo com Falkenberg et al. (1998) o termo “sistema de informação” diz respeito ao uso de “informação” propriamente dita por indivíduos ou grupos de indivíduos em organizações, particularmente através de sistemas baseados em computadores. O conceito de sistema de informação pode ser definido como uma ferramenta que recolhe, processa e distribui informação.

Alguns conceitos devem se elaborados para descrever explicitamente o que é um sistema de informação. A compreensão da distinção entre o conceito de dados e de informação é fundamental quando se refere a sistemas de informação. Os dados consistem numa coleção de factos, figuras ou objetos. Por outro lado, a informação é usada para tomar decisões (Davis & Olson 1984). Os dados têm de ser processados para serem transformados em informação útil de modo a ser utilizada na tomada de decisão. Barabba (1991) definiu mesmo uma hierarquia onde colocava a sabedoria da tomada de decisão no mais alto nível e os dados no nível mais baixo. Ao subir na hierarquia, o valor da informação é aumentado e o volume de dados é diminuído. Assim, enquanto se adquire conhecimento e sabedoria, o processo de tomada de decisão é ajustado.

A adoção de sistemas de informação em organizações tem crescido a um ritmo elevado (Gurbaxani & Whang 1991). Para o autor, o uso das tecnologias evoluíram desde a automação de processos até sistemas verdadeiramente revolucionários transformando os processos fundamentais de um negócio. Nos dias de hoje, com o crescente desenvolvimento das organizações, tem-se sistemas de informação implementados com vista a interligar as várias atividades do modelo de negócio da organização (Chvatalova & Koch 2015). Assim, os sistemas não estão relacionados apenas com o crescimento económico das organizações mas também com o seu ambiente, responsabilidade social e administração da organização

De acordo com (Nildes et al, 2010), as organizações encontram-se normalmente divididas em três níveis: estratégico, tático e operacional.

Para (Tezza et al. 2010), o nível estratégico está ligado a abordagens focadas em aspetos futuros, que avaliam as estratégias subjacentes ao negócio com o intuito de cumprir os objetivos a longo prazo. O nível tático está ligado à monitorização das variações no desempenho operacional, medição de grupos de indivíduos ou processos e também a controlos administrativos e decisões sobre operações de controlo. No nível operacional, as ações resultam numa resposta imediata, e as programações e os procedimentos são estáveis, estando, desta forma, ligados diretamente ao feedback imediato e a medidas de rotina. Com isto, (O'Brien 2004) e (Rossetti & Morales Tcholakian 2007) dividem os sistemas de informação em quatro tipos:

- Sistemas de processamento de transações (nível operacional)
- Sistema de informação de gestão (nível tático)
- Sistemas de apoio à decisão (nível tático)
- Sistemas de informação executiva (nível estratégico)

Sistemas de processamento de transações lidam com informações e transações de rotina vitais para o funcionamento de um negócio (ex.: pedidos, compras, faturação, processamento de inventário, etc.).

No caso dos sistemas de informação de gestão, estes lidam com informações e dados que são recolhidos e que possibilitam a consulta e produção de relatórios (ex.: relatório de contas, orçamento anual, etc.) dando assim apoio na tomada de decisão administrativa.

Os sistemas de apoio à decisão fornecem apoio iterativo de informações durante o processo de decisão através da análise e modelagem da informação (ex.: previsão de receitas, sistemas de análise de riscos, etc.).

Finalmente, os sistemas de informação executiva contêm funcionalidades dos sistemas de apoio à decisão e dos sistemas de informação de gestão que estão disponíveis para os executivos de uma organização de forma a darem apoio e planeamento estratégico.

Atualmente existem variados tipos de sistemas de informação como é o caso dos sistemas de informação de gestão (SIG), sistemas de inteligência empresarial (BI), sistemas de

fornecimento eletrônico (e-Procurement), sistemas de gestão de relacionamento com clientes (CRM), sistemas de gestão empresarial (ERP) entre outros.

## **2.2 Sistemas de gestão empresarial (ERP)**

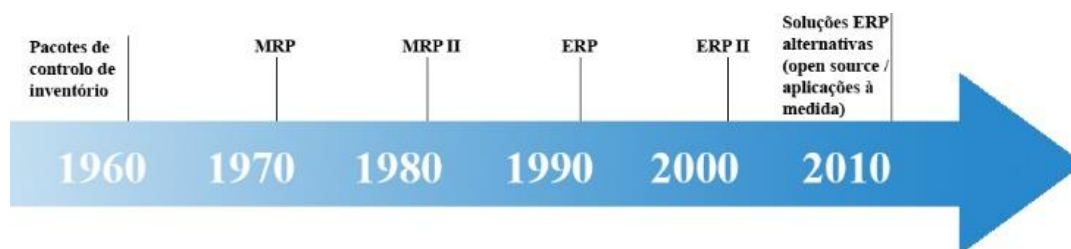
Um sistema de gestão empresarial, do inglês Enterprise Resource Planning (ERP), é um tipo de sistema que pertence à área científica dos sistemas de informação. Foi um conceito inicialmente proposto pelo grupo “Gartner Group”. É um tipo específico de sistema empresarial que combina e dá suporte aos múltiplos processos de negócio de uma organização. Os sistemas ERP são também definidos como sistemas de informação que integram ferramentas e informação de uma organização através de bases de dados (Motiwalla & Thompson 2009).

Um sistema ERP é um *software* constituído por um conjunto com módulos pré-instalados e que podem ser configurados e adaptados de forma a serem implementados nos processos de negócio de uma organização. Estes módulos podem ser do tipo: financeiro, inventário, venda, produção, distribuição, recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento entre outros.

Kale, 2010, define um sistema ERP como um conjunto de pacotes de *software* pré-planeados que integram a produção, *marketing*, recursos humanos, pesquisa e desenvolvimento, finanças e outros módulos que preenchem os requisitos de várias funções dentro de uma organização, e que são flexíveis o suficiente para serem configurados de acordo com o ambiente de operação do utilizador.

### **2.2.1 Evolução dos sistemas ERP**

De forma a melhorar a eficiência das suas operações, as organizações há muito que têm aplicado os sistemas de computadores de forma a assistir na gestão, produção e outras atividades. A evolução desses sistemas pode ser vista no seguinte diagrama da figura 1.



*Figura 1 - Desenvolvimento dos sistemas ERP (adaptado de Focus Research, Inc. 2011)*

A figura 1 mostra que os sistemas ERP surgiram nos anos 90, que emergiram devido à rápida evolução das tecnologias de informação bem como com o ambiente competitivo que as empresas estavam a viver. Os sistemas ERP são considerados como a nova geração de sistemas de aplicação depois dos sistemas MRP (*Material Requirements Planning*) e MRP II (*Manufacturing Resource Planning*). Ao contrário dos sistemas MRP em que o objetivo era o cálculo de requisitos de materiais, os sistemas ERP enfatizam o uso de um único sistema e infraestrutura tecnológica para agregar todos os processos de negócio e funcionalidades (Waarts et al. 2002). Os sistemas ERP são *softwares* que ajudam a integrar o fluxo de informação com o fluxo de operação de uma organização através da recolha de dados em tempo real e do seu arquivo num único sítio para dar suporte a múltiplos departamentos e funções operacionais das organizações. Além disso, os sistemas ERP trazem inúmeras vantagens tais como: redução do tempo entre operações, rápido processamento de informação, melhor gestão financeira (Abdinnour-Helm et al. 2003).

Com o crescimento dos sistemas de informação, os ERP têm sido amplamente requisitados. Cada vez mais empresas percebem que os sistemas ERP podem fornecer um grande nível de competitividade adquirindo uma posição forte no mercado (Robey et al. 2002). Esta afirmação foi verificada pelos autores Robey et al. (2002) interessados nos factos que influenciam a aceitação de sistemas ERP por parte dos utilizadores. Os sistemas ERP são sistemas complexos que têm um enorme impacto nos utilizadores finais de uma organização. Como tal, uma implementação com sucesso requer um plano de gestão de mudanças (Motiwalla & Thompson 2009).

### **2.2.2 Ciclo de vida da implementação de um ERP**

Para além das várias vantagens que um sistema ERP pode apresentar, a sua implementação não é tarefa fácil e envolve riscos significativos (Malhotra & Temponi 2010). Os projetos de implementação necessitam de ser controlados. A implementação de sistemas ERP é significativamente diferente da implementação de sistemas tradicionais (Grabski & Leech 2007). As empresas que adotam sistemas ERP esperam obter performance operacional e consequentemente performance financeira (Kallunki et al. 2011).

No geral, a implementação de sistemas ERP consome muito tempo, são complicadas e intensivas em termos de recursos. Por estes motivos, a implementação envolve um ciclo contínuo de ajustes e suporte.

Tal como em muitos sistemas de informação, a implementação dos sistemas ERP possui três fases no ciclo de vida: pré-implementação (pré-seleção), implementação, pós-implementação (Monk & Wagner 2009).

Na pré-implementação, as empresas escolhem o vendedor de ERP e avaliam as suas características. Depois, é necessário planear o projeto específico para a implementação do sistema ERP na empresa. Na fase de implementação, as empresas terão de efetuar várias atividades tais como treino, *re-engineering*, configurações, entre outras, de forma a integrar o sistema nas atividades da empresa. Por fim, a empresa entrará na fase de pós-implementação onde o sistema deverá entrar em funcionamento e, portanto, é uma fase crítica para o sucesso da implementação do ERP e do seu ciclo de vida (Markus & Tanis 2000).

Na fase de pós-implementação, na primeira parte, conhecida por “estabilização”, os erros são corrigidos, os utilizadores finais são treinados e a performance do sistema será estabilizada. Depois de estabilizado, os processos de negócio e o sistema ERP deverão estar em concordância com as expectativas (Ross & Vitale 2000). Depois da “estabilização”, do ponto de vista técnico, a implementação do ERP pode ter sido um sucesso mas o sucesso dependerá sempre dos utilizadores finais e do seu compromisso com a forma como utilizam o sistema (Robey et al. 2002; Kwahk & Lee 2008).

Dado isto, uma boa implementação e com sucesso dependerá sempre, numa grande parte, da forma como o sistema é utilizado e a forma como a sua informação é atualizada.

### ***2.3 Sistemas de informação de gestão***

Os sistemas de informação de gestão (MIS, do inglês: *Management Information System*) são uma parte integrante dos sistemas de gestão de organizações e são partes integrantes em ferramentas tais como sistemas de gestão empresarial (ERP) e sistemas de informação (SI) no geral. Tal como descrito na secção anterior, sistemas ERP é uma ferramenta com um conjunto de atividades de gestão que dão suporte essencial aos processos de negócio de uma organização. Como parte de um ERP, os sistemas de informação (SI) referem-se a registos de dados e atividades que processam informação numa organização e que incluem processos manuais e automatizados de suporte aos processos de negócio. Os sistemas de informação fornecem a possibilidade de obter mais informação em “tempo-real” possibilitando uma monitorização de perto sobre as operações executadas e fornecem uma ligação entre as

operações executadas e os objetivos estratégicos de uma empresa. Estes sistemas de informação de gestão diferem dos habituais tipos de sistema de informação pois o principal objetivo destes sistemas é de analisar outros sistemas a lidar com atividades operacionais de uma organização. Desta forma, MIS é um subconjunto de atividades de controlo e planeamento de pessoal, tecnologias e procedimento de uma organização. Dentro do campo de gestão científica, um MIS é normalmente desenhado tendo em vista a criação de sistemas inteligentes, para automação e/ou suporte à tomada de decisão (O'Brien 1999).

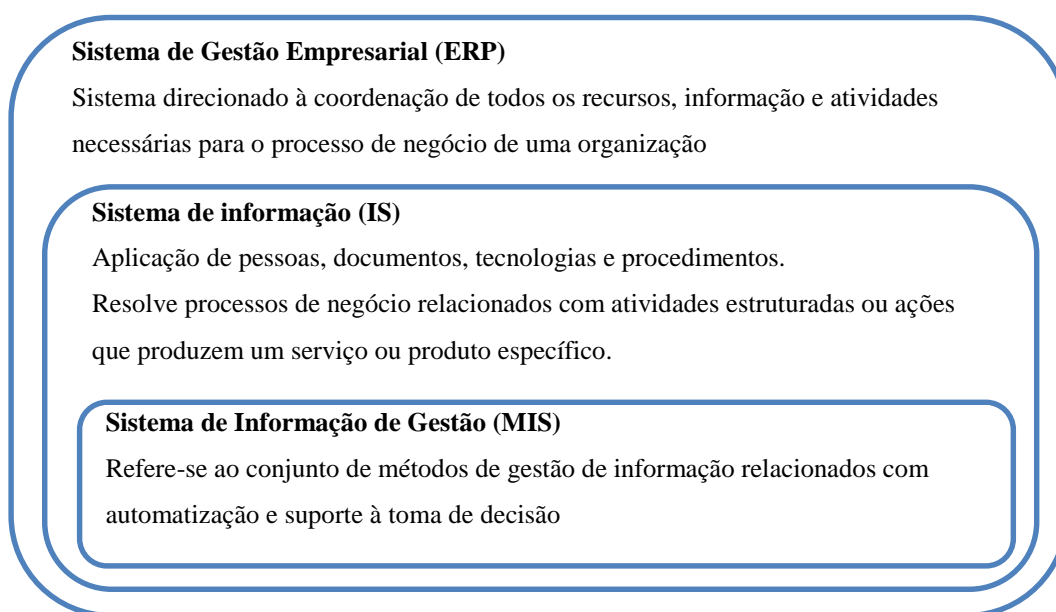


Figura 2 - Decomposição de diferentes sistemas de gestão de uma organização (Sørensen et al. 2010)

Observando a figura 2, podemos constatar que um sistema de informação de gestão é uma parte integrante de um sistema de gestão de uma organização. Este sistema é uma subparte em sistemas ERP, sistemas de informação no geral ou outros tipos de sistema; dependendo da sofisticação da organização.

Os sistemas de informação de gestão (MIS) direcionados para a agricultura designam-se por sistema de informação de gestão agrícola (FMIS do inglês: *Farm Management Information System*). Estes sistemas são desenvolvidos para dar assistência a várias operações relacionadas com o negócio da agricultura.

Estruturalmente, os sistemas FMIS são sistemas de coleta, processamento, armazenamento e disseminação de dados de forma a fornecer informação necessária para executar funções de operação nas organizações agrícolas.



### **2.3.1 Sistemas de informação de gestão agrícola**

Os sistemas de gestão agrícola (FMIS) têm uma importância fundamental para o sucesso nas operações de gestão de uma quinta. No entanto, muitos agricultores e empresas não usam estes sistemas independentemente do aumento de profissionalismo no sector da agricultura e do aumento das tecnologias informáticas. Tais razões podem ir desde a falta de conhecimento até à complexidade inerente a muitos deles. Em particular, para pequenas e médias explorações agrícolas são poucas as alternativas existentes de sistemas FMIS existentes (Husemann & Novković 2014).

O sector da agricultura enfrenta, no entanto, uma constante pressão em termos de redução de margens de lucro. Os agricultores são constantemente obrigados a reduzir o custo de produção e aumentar a produção em quantidade enquanto mantêm a qualidade. Para além destes requisitos, junta-se também o facto de haver regulamentações ambientais, sociais, de saúde e de segurança (ex. *International Food Standard - IFS*) (Albersmeier et al. 2009).

O uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC), sistemas de informação de gestão agrícola e suporte à decisão têm mostrado um grande potencial no alcance dos objetivos acima referidos, especialmente no contexto de agricultura de precisão. A agricultura de precisão vem permitir aos agricultores adquirir um elevado volume de dados associados a determinadas áreas dos seus cultivos, com o objetivo de reduzir a incerteza na tomada de decisão (Blackmore 2000).

A agricultura de precisão é uma prática agrícola na qual se utiliza tecnologia de informação baseada no princípio da variabilidade do solo e do clima. Dessa variabilidade do solo e do clima, é possível partir de dados específicos de áreas geograficamente referenciadas, e implementar processos de automação agrícola, como a dosagem de adubos ou outros produtos, sistemas rega, etc. A análise de dados geo-referenciados permite fazer uma análise geo-estatística de forma a extrair previsões.

De acordo com Murakami et al. 2007, os requisitos mais importantes de um sistema de informação de gestão agrícola incluem:

- a) Uma implementação específica às necessidades dos agricultores;
- b) Uma interface simples;
- c) Métodos de utilização simples para processamento de informação;

- d) Uma interface controlada pelo utilizador que permita o acesso a funções analíticas e de processamento;
- e) Integração do conhecimento e preferências do utilizador;
- f) Boa integração em sistemas de computadores padrão;
- g) Integração e interoperabilidade;
- h) Escalabilidade;
- i) Possibilidade de troca de informação entre aplicações;
- j) Baixo custo;

Uma implementação dedicada de um sistema FMIS que cumpra com os pontos acima referidos envolve uma identificação e especificação do âmbito e limites, uma identificação dos componentes do sistema (atores, processos de decisão, etc.) combinados com uma modelação de informação e, finalmente, como parte de gestão global de conhecimento, a identificação de conteúdo de conhecimento em processos de decisão e requisitos funcionais.

### **2.3.2 Estrutura de um sistema de informação agrícola**

Os sistemas FMIS são desenhados para assistir em várias tarefas relacionadas com o negócio da agricultura. Estruturalmente, o sistema é planeado para receber dados, processar, armazenar e disseminar esses dados com vista a obter informação relevante para as operações de uma exploração agrícola. A representação conceptual de um sistema FMIS genérico é mostrada na figura 3, tendo em conta o agricultor como um típico utilizador.

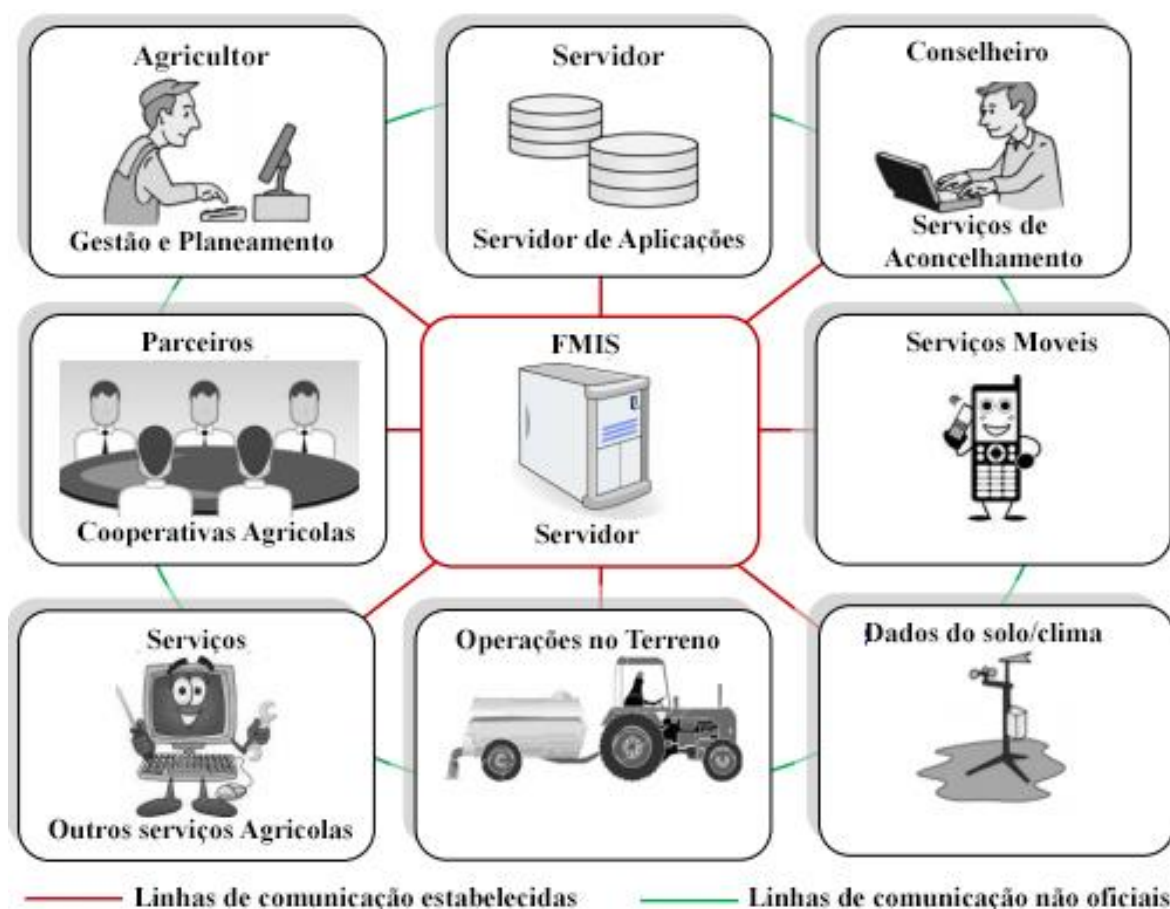


Figura 3 – Arquitetura de um FMIS do ponto de vista do utilizador (adaptado de Pesonen et al., 2008)

O conceito apresentado na figura 3 coloca o FMIS como o centro de toda a arquitetura, em que as partes se interligam. As linhas de comunicação representam a comunicação entre as diferentes partes que podem ser estabelecidas usando diferentes protocolos ou sistemas de gestão de conteúdo. Normalmente, o utilizador final não precisa de saber ou de preocupar-se como a comunicação entre os vários sistemas é gerida, só necessita de ser capaz de obter a informação que precisa. Bases de dados de FMIS genéricos contêm a mesma informação heterogénea recolhida acerca de uma exploração agrícola que uma base de dados de qualquer sistema FMIS comercial. A diferença é que um FMIS genérico pode também conter informação sobre equipamentos agrícolas necessários para agricultura de precisão. O esquema de uma base de dados FMIS genérica vai ficando cada vez mais complexo à medida que a quantidade e diversidade de informação armazenada aumenta. No entanto, esta complexidade não necessita de nenhum tratamento especial pois o *design* e implementação de qualquer base de dados similar é considerado trabalho de rotina no desenvolvimento de software.

O sistema FMIS apresentado na figura 3 consiste em múltiplos *stakeholders* (partes interessadas). Os *stakeholders* são o agricultor, o fornecedor de FMIS, trabalhadores da exploração agrícola, clientes, fornecedores, fornecedores de serviços externos, e fornecedores de equipamentos agrícolas. A colaboração desses *stakeholders* é importante para o funcionamento do FMIS sendo que o agricultor é o *stakeholder* mais importante de todo o sistema. Um FMIS tem como objetivo ser uma ferramenta de assistência e por isso precisa de estar sempre disponível, oferecer confiança e ser de fácil utilização. Se essas condições se reunirem, então o FMIS torna-se uma ferramenta conveniente para fornecer auxílio ao agricultor, reduzindo custos de tempo na procura por informação, esforço humano e mantendo um fluxo de informação e controlo sobre todo o processo na sua exploração agrícola.

### 3. Análise de mercado

Na análise de mercado foram tomadas duas abordagens relacionadas entre si. Numa primeira fase houve a possibilidade de analisar várias quintas agrícolas de produção vitivinícola com vista à obtenção de um caso de estudo para ajudar a perceber o funcionamento de exploração agrícolas e como um sistema de gestão agrícola pode ser aplicado. Na segunda fase foi feita uma pesquisa por várias ferramentas disponíveis com possível aplicação ao caso estudado.

#### 3.1 Caso de Estudo

O caso de estudo incidiu sobre uma exploração vitivinícola. Aí foi possível observar os métodos de trabalho existentes, a organização e os problemas que enfrentam de forma a perceber as necessidades específicas de modo a perceber como um sistema de informação de gestão poderia ser aplicado, de forma a fornecer uma ferramenta vantajosa. O facto de a quinta não possuir atualmente nenhum sistema de informação de gestão foi um fator contributivo para a seleção desta como alvo do caso de estudo.

##### 3.1.1 Perfil da empresa piloto

- **Nome:** Quinta do Estanho
- **Origem:** Cheires, Alijó, Portugal
- **Sector:** Vitivinícola
- **Descrição:** A quinta do Estanho consta da primeira demarcação de vinhos, “De Feitoria” em 1757. Situa-se na margem esquerda do Rio Pinhão a uma altitude de 300 metros. Produz vinhos de qualidade há várias gerações. O seu proprietário, Jaime Acácio Queiroz Cardoso, em 1987 tornou-se no segundo Produtor – Engarrafador – Exportador de todo o Douro, vendendo os seus vinhos diretamente para o mercado nacionais e Internacional. Trata-se um negócio presente em mais de 23 países e com grandes perspetivas de expansão.

##### 3.1.2 Objetivos do caso de estudo

Para construir um *software* de uma forma direcionada à sua aplicação no terreno, é necessário estudar vários fatores importantes que servem de guias e fundamento das opções a tomar.

Os objetivos do caso de estudo são:

- Conhecer a organização da exploração agrícola: perceber o seu modelo de negócio;
- Perceber a perspectiva dos agricultores/trabalhadores ou parceiros quanto ao conhecimento que tinham sobre os terrenos;
- Perceber a integração entre o trabalho no terreno e o sistema de informação: se houver e como é feita;
- Como são geridas as atividades: como são organizadas, atribuídas e controladas;

### **3.1.3 Resultados**

Após visita ao local da exploração agrícola da empresa e através de observação e conversação, foi possível obter resposta sobre as práticas atuais.

Foi possível observar a organização da empresa e os seus métodos de trabalho. Constatou-se que a empresa não usava qualquer sistema de informação para controlo ou gestão das atividades no terreno. A informação tinha origem no conhecimento mantido e conduzido pela experiência do seu proprietário e o auxílio dos restantes membros da família que lá trabalham. A informação detalhada das delimitações e divisões parcelares era feita em suporte de papel e a informação específica sobre a localização de cada tipo de vinha era mantida “de cabeça”. Olhando para o planeamento de tarefas ou tratamentos a aplicar, também são geridas com base no conhecimento específico de cada pessoa envolvida no negócio.

### **3.1.4 Conclusão**

Com os resultados obtidos, percebeu-se que este seria um caso excelente onde se poderia aplicar um sistema de informação com vista ao auxílio de gestão e planeamento da sua atividade.

Neste caso, o conhecimento poderia ser todo centralizado num *software* que proporcione uma gestão mais eficaz e crie uma base de conhecimento necessária que traga vantagens a nível operacional, de controlo e de tomada de decisão.

## **3.2 Softwares existentes**

Foi feita uma análise de mercado com vista a conhecer as ofertas atualmente existentes. Essas ofertas vão desde *softwares* instaláveis em máquinas fixas até aplicações web que

permitem a sua utilização em qualquer tipo de sistema, bastando para isso possuir uma ligação à Internet.

Nas subsecções seguintes serão abordados vários sistemas de informação para a agricultura. A análise foi feita com base em testes às aplicações ou demonstrações visualizadas. Os resultados são apresentados sobre a forma de uma breve descrição, da enumeração das características e das suas principais vantagens e desvantagens. O caso de estudo foi tido em conta para ajudar a focar nas ferramentas que possam corresponder às necessidades nele foram verificadas.

### **3.2.1 ISAMARGEM**

ISAMARGEM (ISAGRI Group 2016) é um *software* desenvolvido pela Isagri, uma das empresas líderes europeias no mercado de softwares de agricultura e com vários prémios ganhos nos seus variados sistemas. Este *software* é responsável pela gestão técnico-económica de explorações agrárias.

As suas características são:

- Ter um caderno de campo detalhado: tratamentos, plantações, produtos fitossanitários, por superfície, parcelas, castas, etc;
- O controlo do tempo de trabalho e os custos de mão-de-obra;
- A otimização dos custos de produção;
- Alertas na utilização dos produtos fitossanitários: homologação do produto, dose, intervalo de segurança, etc;
- A cartografia de exploração para localizar e visualizar as parcelas;
- O acompanhamento dos trabalhos no terreno com um aparelho por eles produzido;
- Possibilidade de exportação dos dados para o Google Earth.

As vantagens deste produto que se destacam são:

- Projeto com vários anos de existência e experiencia na área;
- Largo leque de funcionalidades.

As desvantagens são:

- É um *software* de computador, estando tudo confinado a uma base de dados local.

Esta empresa possui outro *software* denominado por ISACUVE para gestão enológica de adegas e que permite fazer a ligação ao ISAMARGEM dando assim as seguintes funcionalidades adicionais:

- Acompanhamento das vinificações;
- Acompanhamento da rastreabilidade da vinha;
- Controlo de tarefas enológicas (trabalhos com vinho, análises).

### 3.2.2 Vitsmarter

Vitsmarter (Grow Smarter 2016) é um *software* de gestão de vinhas mantido pela empresa Grow Smarter, Inc. Este sistema fornece tecnologia para emular vinhas, blocos e ordens de trabalho. É um software gratuito, *online* e que oferece funcionalidades com o objetivo de aumentar a qualidade de gestão com benefícios que incluem uniformidade, poupança nos custos e melhores operações.

A sua funcionalidade principal é a de gestão de trabalhos no terreno.

As principais vantagens são:

- Ser *online*: o que permite a sua utilização em qualquer lugar;
- Fácil aprendizagem: não requer muito tempo de aprendizagem pois as funcionalidades são fáceis.

As desvantagens:

- Poucas funcionalidades: as funcionalidades são reduzidas. Apenas permite a criação de blocos e criar ordens de trabalho sobre esses blocos;
- Aparenta ser um projeto em abandono o que transmite pouca confiança quanto à sua continuidade.

### 3.2.3 Agrivi

Agrivi (Agrivi 2016) é um *software* de gestão agrícola na *cloud* que oferece às empresas formas de aumentar os seus ganhos e produtividade. Permite fazer a gestão de terrenos e parcelas, inventário, pessoas, mecanização. Contém ainda um painel de visualização de



dados para apoio à decisão, produção de relatórios, de previsão de tempo, alarmes de pestes e doenças.

As características de destaque neste *software* mais evidentes são o controlo e monitorização de tarefas, a existência de módulos financeiros, inventário e relatórios

Tem como vantagens:

- Ser na *cloud*: permite o uso em qualquer lugar a qualquer hora;
- Design responsivo;
- Possui varias ferramentas de gestão existentes comuns num ERP o que o torna um software bastante completo.

Desvantagem:

- A sua utilização não é fácil.

### **3.2.4 Agri360**

O Agri360 (Agrimap. LLC 2016) é um *software* na Web, desenvolvido pela empresa Agrimap e que permite uma gestão de tarefas em terrenos agrícolas. As suas funcionalidades são bastante simplificadas para o fim a que se destina. A aplicação permite a gestão de terrenos e parcelas agrícolas recorrendo a mapas interativos. Permite emitir ordens de trabalho e a colaboração de múltiplos utilizadores na mesma quinta bem como manter um histórico de ações sobre a forma de “linha do tempo” que permite visualizar todas as operações feitas e ainda a produção de relatórios.

Tem como vantagens:

- Ser simples e intuitivo;
- Permite o envio de ficheiros de informação geográfica criando assim a criação imediata das divisões dos terrenos;
- Múltiplos utilizadores.

As suas desvantagens:

- O processamento dos ficheiros de informação geográfica não é feito automaticamente e poderá demorar alguns dias;

- Os mapas interativos não têm muita utilidade à exceção da localização das áreas agrícolas previamente inseridas.

### 3.2.5 iAgri

iAgri (i.Agri Limited 2016) é outro *software* online que onde é possível controlar e gerir uma quinta através de um *dashboard*. Tal como outros *softwares* anteriormente analisados, o iAgri contém módulos financeiros, contabilidade, controlo de stocks, mapa interativo e relatórios de apoio à decisão.

As suas principais vantagens são:

- Facilidade de configuração e utilização;
- Permite ter parcelas delimitadas num mapa interativo e seleciona-las facilmente para atribuir atividades.

Como desvantagens:

- Não permite múltiplos utilizadores;
- As atividades são pré-existentes (não permite adição de novas atividades).

### 3.2.6 Comparação

A tabela 1, abaixo apresentada, compara os diferentes *softwares* analisados com base em 4 aspetos fundamentais: a área de ação, o preço base, tipo de instalação e o tipo de cobertura que cada uma abrange.

<i>Nome</i>	<i>Área de ação</i>	<i>Preço base</i>	<i>Instalação</i>	<i>Cobertura</i>
<i>ISAMARGEM</i>	Viticultura	Pago (valor não disponível).	Requerida	Tratamentos, plantações, produtos fitossanitário, Controlo e otimização de tarefas e custos, Cartografia
<i>Vitsmater</i>	Vitivinicultura	Gratuito	Não requerida (Web)	Controlo de ordens de trabalho no terreno

<i>Agrivi</i>	Agricultura / Vitivinicultura	15€-75€ (varia com o utilizador alvo, e o número de utilizadores)	Não requerida (Web)	Gestão de Tarefas e produção, finanças (vendas e despesas), gestão de recursos (pessoas, máquinas, campos e inventário) e análise de relatórios (financeiro, produtividade, desempenho e operações de campo)
<i>Agri360</i>	Agricultura	27.5€	Não requerida (Web)	Cartografia, gestão de ordens de trabalho e registo de operações
<i>iAgri</i>	Agricultura	48.7€ (+taxas) / mês	Não requerida (Web)	Cartografia, finanças, relatórios, vendas, orçamentos, caderno de campo e de encargos

*Tabela 1 - Comparativo entre softwares*

**Nota:** Os preços foram convertidos da moeda original para euro e arredondado para à décima com base nas taxas de câmbio de 3 de junho de 2016

## 4. Solução proposta

Este capítulo descreve a abordagem ao problema que foi tida para o desenvolvimento da solução de criação de um sistema de informação.

### 4.1 Âmbito de desenvolvimento

A solução desenvolvida surge no âmbito de uma necessidade existente na gestão de campos agrícolas com vista à otimização de recursos e planeamento de tarefas de forma a levar à obtenção de produtos de qualidade através de um processo controlado e gerido com base em informação recolhida no terreno. Este *software* vem assim responder à necessidade de obter um *software* de gestão agrícola mais especializado que permita fazer a gestão e planeamento bem como o permitir o acesso a informação histórica e corrente do estado das quintas agrícolas para assim fornecer apoio à tomada de decisão.

A evolução das tecnologias Web associadas a um mercado exigente e em constante desenvolvimento, levou à necessidade de conceção desta solução que leva à interligação do conhecimento humano nas práticas agrícolas, adquiridas através de experiências, crenças ou valores, com um sistema de informação Web que permitisse a recolha de dados no terreno para alcançar e validar esse conhecimento empírico.

Através de uma plataforma Web, a solução desenvolvida permite flexibilidade e mobilidade de acesso, eliminando qualquer necessidade de instalação em equipamentos específicos fornecendo assim a possibilidade de utilizar qualquer dispositivo fixo ou móvel com ligação à Internet.

A decisão na criação de um *software* prende-se com o facto de a agricultura ser uma área em expansão a nível tecnológico e a não utilização de softwares existentes definiu-se pelo facto dessas ferramentas não possuírem as capacidades desejadas para este trabalho (ex. interface para introdução de dados de forma automática).

### 4.2 Requisitos

Sendo um dos principais passos na conceção de um *software*, a definição de requisitos é importante pois é onde se definem as funcionalidades do sistema. Para tal, o caso de estudo foi a ferramenta mais importante na extração dos requisitos.

### 4.2.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais (funcionalidades do sistema) do *software* desenvolvido, tendo em conta o caso de estudo, foram definidos como sendo os seguintes:

- Possibilidade de criação de “quintas virtuais” (sujeitas a autorização) onde cada utilizador pode criar a sua própria quinta (uma ou mais) e convidar outros utilizadores para fazerem parte. Esta criação poderá ser sujeita a aceitação por parte de um utilizador principal;
- Aplicação centrada num mapa interativo: utilização de mapa como ponto central de onde todas as funcionalidades são executadas;
- Marcação de áreas no mapa e pontos de referência (poços de água, armazéns, adegas...): marcação com cores distintivas organizadas por categorias;
- Gerir tratamentos: possibilidade de criar tratamentos;
- Gerir atividades/ordens de trabalho: gerir atividades operacionais na quinta com possibilidade de atribuição a utilizadores;
- Notificações de alertas: por exemplo, finalização do periodo de tratamento;
- Introdução de informação recolhida no terreno: Observações no terreno (ex.: doenças);
- Introdução de dados recolhidos no terreno (manualmente / automaticamente): recolha de dados (ex.: temperatura, humidade no solo) e criação de serviços Web para introdução automática de dados;
- *Dashboard* onde deverá ser possível obter a vista geral da quinta e mostrar informação tal como o tempo que falta para novos tratamentos tal como a atual duração, parcelas e áreas;
- Consultar histórico de atividades e tratamentos no terreno: informação útil de gestão para otimização de recursos;
- A aplicação deve ser multiutilizador e cada utilizador pode registar múltiplas quintas;

### 4.2.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais (requisitos em termos de desempenho, usabilidade, disponibilidade) definidos foram os seguintes:

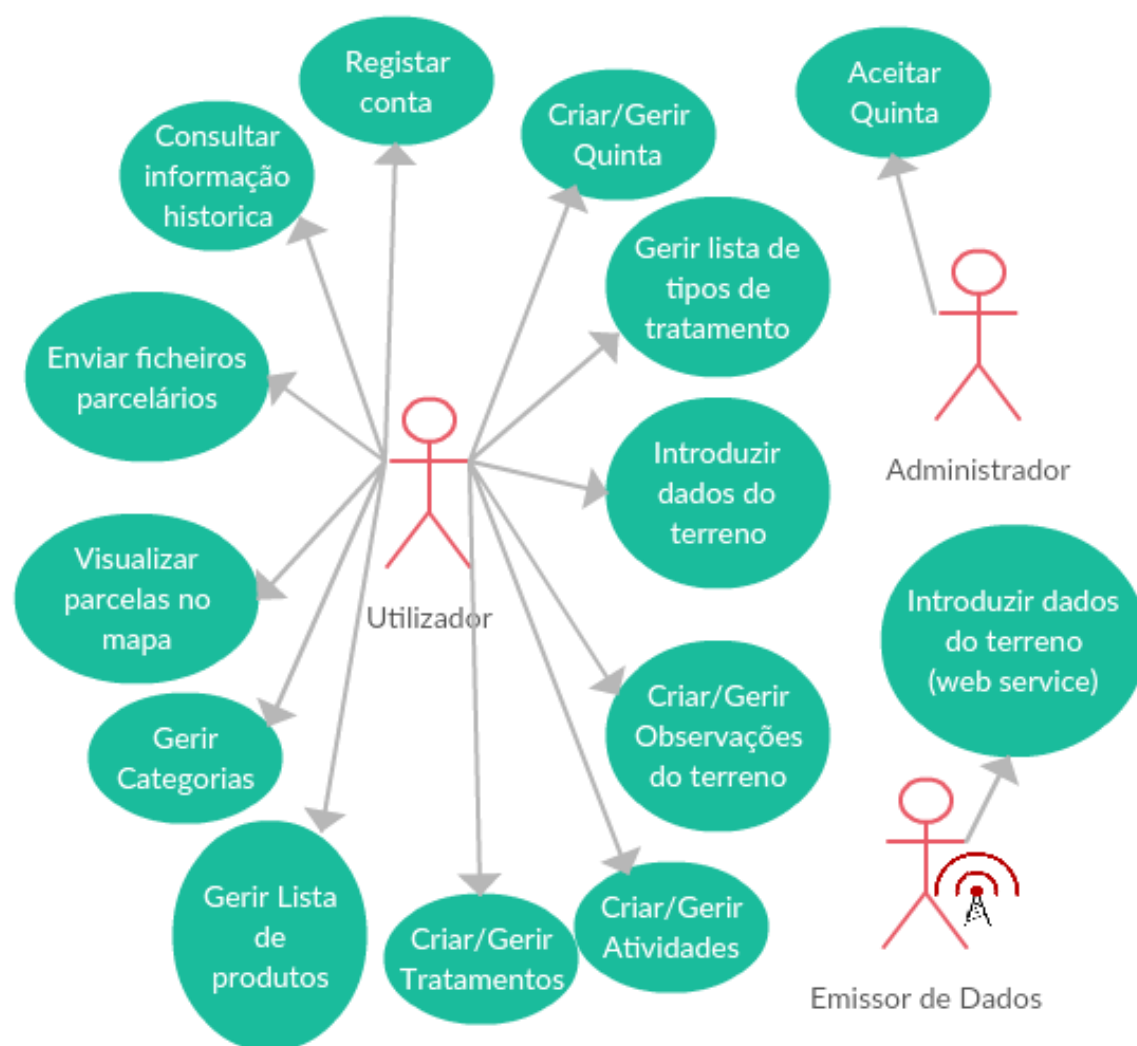
- Tipo de interface: o sistema deverá ser acessível através de um navegador de Internet;

- *Hardware e software* alvo: o sistema deverá correr num servidor WEB e ter uma ligação a um servidor (pode ser o mesmo) que contenha um sistema de gestão de base de dados;
- Desempenho: o carregamento das páginas deverá ser rápido, não mais de 2 segundos de carregamento por página;
- Disponibilidade: o sistema deverá estar disponível a qualquer momento;
- Integridade/Segurança: apenas utilizadores com acesso poderão aceder ao sistema
- Robustez: todos os dados introduzidos deverão ser validados;
- Tolerância a falhas: o sistema deverá manter um *log* e ser capaz de recuperar de falhas sozinho;
- Usabilidade: o utilizador deverá ser capaz de utilizar e compreender as funcionalidades sem ajuda;
- Internacionalização: o produto será disponibilizado em português, mas deverá permitir adicionar novos idiomas sem ser necessário alterar o código.

### ***4.3 Diagrama de casos de uso***

No caso de estudo foi possível observar as várias dificuldades na gestão da quinta que iam desde a dificuldade de manter registos das localizações geográficas e das castas nela existentes bem como o registo específico por parcela de forma a manter um historial de intervenções. Com base nessas dificuldades procurou-se desenvolver uma ferramenta que viesse responder às necessidades existentes.

Com base no caso de estudo, e depois de extraídos os requisitos do sistema, foi possível descrever as possíveis as suas funcionalidades através de um diagrama de casos de uso que mostra os diferentes atores e as ações permitidas no sistema por cada um. O diagrama é representado na figura 4.



*Figura 4 - Diagrama de casos de uso da aplicação*

Este diagrama pretende mostrar as interações dos vários intervenientes que o sistema possui.

No sistema existem três tipos de utilizadores. O utilizador comum, que tem acesso ao sistema e as suas funcionalidades na totalidade exceto a funcionalidade de gerir a lista de quintas, permitindo a aceitação ou não da criação de novas quintas que está apenas disponível para o administrador. Por último, existe o emissor de dados que tanto pode ser um qualquer aparelho com ligação à Internet e que envie dados recolhidos no terreno (ex. sensores de temperatura, velocidade do vento, humidade, etc.) de forma automática como um utilizador que ande no terreno e a fazer observação e introdução manual de dados.

## 4.4 Maquete

Para desenvolver a maquete foi tida em conta os requisitos previamente definidos. Um dos requisitos definidos como essencial era o de ter um mapa interativo como ponto central de toda a aplicação. As figuras 5 e 6 ilustram o protótipo da interface projetada.



*Figura 5 - Protótipo de interface (vista do mapa)*

Como se pode ver na figura 6, o protótipo foi concebido para ter uma página com um mapa interativo com o máximo de proveito da área disponível. Em cima tem um menu de onde se podem invocar as ações permitidas pela plataforma.





*Figura 6 - Protótipo de interface (vista do mapa com popups)*

Ao clicar nos menus, quando estes requerem entrada de dados por parte do utilizador (ex.: formulário), estes irão surgir sobrepostos ao conteúdo da vista atual, como se pode observar na figura 6. Isto permitirá uma navegação mais fluida, consistente e, visto que se reduz o número de pedidos ao servidor, a navegação é mais rápida.

A aplicação conta ainda com outra página importante: o *dashboard*.

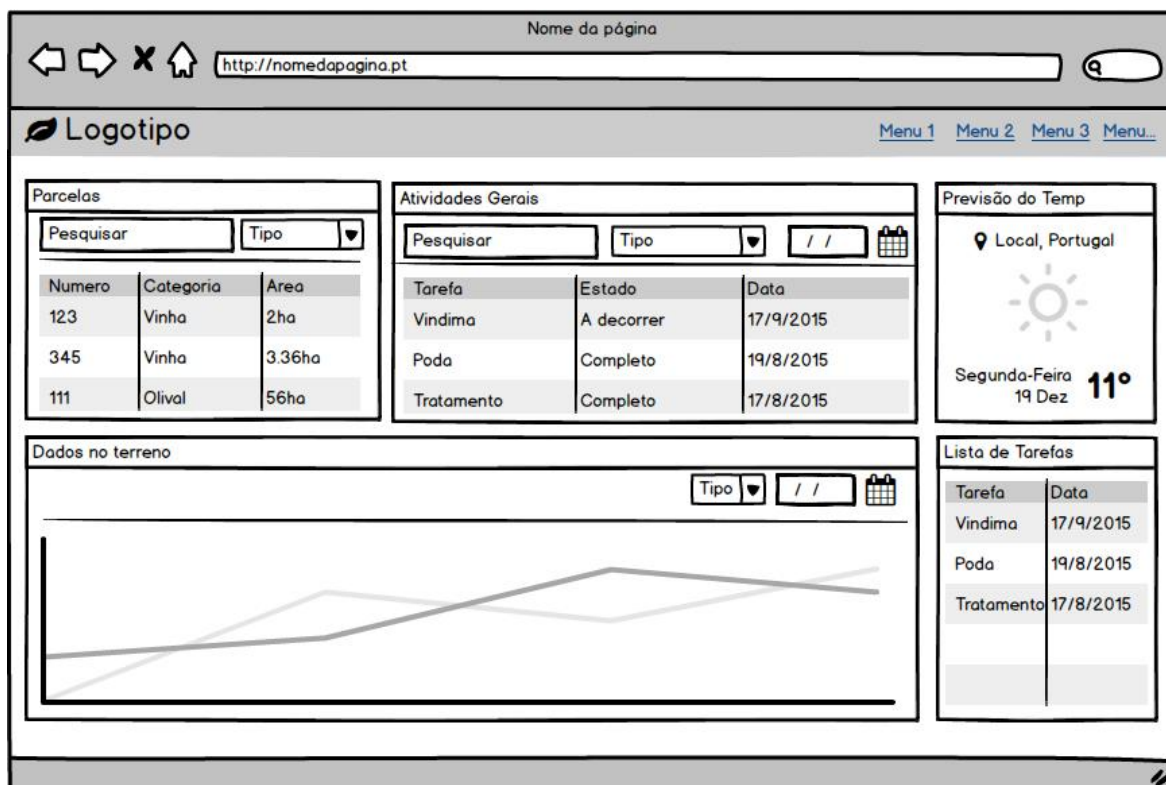


Figura 7 - Protótipo de interface (dashboard)

Na figura 7 é possível ver o protótipo da interface do *dashboard* que contará com uma secção de visualização do inventário parcelar (canto esquerdo superior), as atividades gerais que contêm todas as atividades registadas (centro superior). Contém também uma forma de visualizar, sobre a forma de um gráfico temporal, os dados recolhidos no terreno através de processo manual ou automático fazendo uso dos serviços Web. No canto superior direito da figura 7, a interface conta ainda com uma previsão do estado do tempo que será obtido através de serviços Web para o efeito.

## 5. Implementação

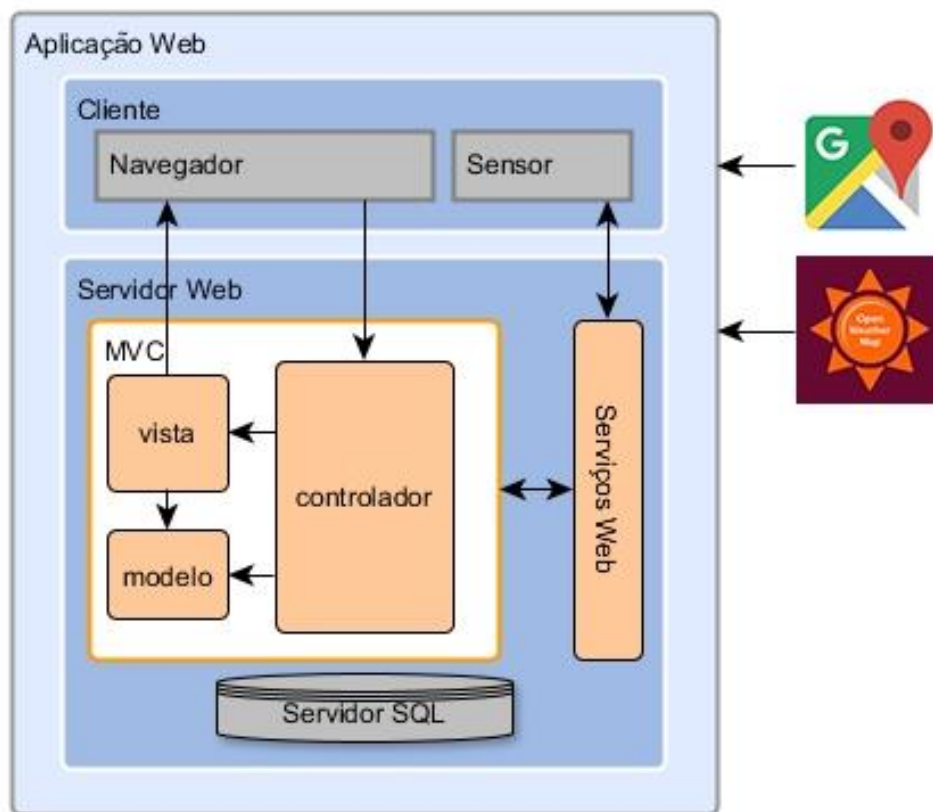
Nesta secção é descrita a forma como foi projetada a arquitetura do sistema, as tecnologias utilizadas e os processos de implementação seguidos para a construção da aplicação, os problemas encontrados e como foram superados.

### 5.1 Arquitetura

Como foi visto nos requisitos, o desenvolvimento do *software* partiu de um pressuposto de utilização baseada na Web. O utilizador para lhe aceder apenas necessita de ter ligação à Internet e usar o navegador do seu dispositivo (*smartphone*, *tablet* ou computador). Isto dará uma flexibilidade maior pois eliminará dependências de instalação e ao mesmo tempo aumentará o alcance de utilizadores a que poderá chegar.

O servidor Web é a uma peça essencial. Este é o ponto de acesso entre o utilizador e o *software* e por isso deve ser sempre considerado quando se pensa numa arquitetura de um *software* Web. A base de dados também é algo que deve ser analisado com rigor pois é um componente essencial num sistema onde o armazenamento e exploração de dados é uma das características mais evidentes. Finalmente, para permitir os serviços Web, também têm de ser equacionados pois é necessário estudar a forma como a informação é trocada com outros sistemas interligados (protocolos, tipo de mensagem).

Tendo estes aspetos em conta, uma possível arquitetura é representada na figura 8.



*Figura 8 - Arquitetura da aplicação*

A figura 8 representa a arquitetura da aplicação e é possível ver de imediato que a aplicação segue uma arquitetura cliente-servidor em que os clientes são os navegadores dos dispositivos e o servidor é responsável por alojar a aplicação, processar pedidos e gerar a página ao cliente. Existe ainda outro tipo de cliente denominado por “sensor” que representa os dispositivos que comunicarão com os serviços Web. Estes serviços Web existem para permitir a um dispositivo próprio emitir dados (ex. um dispositivo com ligação à Internet que consegue obter valores de sensores como temperatura, humidade no solo, etc.) de uma forma automática sem a necessidade de intervenção humana.

Existe ainda a possibilidade de utilização de serviços externos, como por exemplo, os mapas interativos (Google Maps) e outro para previsões meteorológicas (OpenWeatherMap)

## 5.2 Tecnologias utilizadas

Esta secção descreve as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema bem como as linguagens de programação.

### 5.2.1 Frontend

Para a criação do *frontend*, isto é, a interface para o utilizador, foi utilizada *Web framework* Bootstrap (Bootstrap Core Team 2011).

Bootstrap é uma *Web framework* gratuita que consiste num conjunto de ferramentas para criar *Websites* e aplicações Web com interface responsiva (RWD - Responsive Web Design). A criação de uma interface responsiva permite a visualização ideal em termos de proporções do ecrã, adaptando-se a diferentes tipos de dispositivos e tamanhos (Schade 2014). Esta possui modelos de *design* baseados em HTML e CSS para tipografia, formulários, botões, navegação, entre outros componentes de interface. Possui também extensões em JavaScript para funcionalidades adicionais como *popups*, animações nas transições, entre outros.

O uso desta *framework* justifica-se a com a necessidade de criação de uma interface de conteúdo rico, fator no qual esta *framework* se torna em uma mais-valia pois está especialmente indicada para o efeito.

É também utilizada a biblioteca de JavaScript denominada por jQuery. Esta biblioteca é especialmente importante pois é responsável por fornecer funcionalidades que permitem um código mais simplificado e principalmente por oferecer compatibilidade entre todos os diferentes navegadores de internet.

### 5.2.2 Backend

Para o *backend*, a linguagem de programação utilizada foi Java.

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos que permite a criação de aplicações independentes na arquitetura. Quer isto dizer que é possível executar a mesma aplicação Java em *hardware* e sistemas operativos diferentes e, tratando-se de uma aplicação Web, basta ter um *software* de servidor Web que interprete Java.

Também no *backend*, à semelhança do *frontend*, foi utilizada uma *framework* denominada por Play Framework (Lightbend; Zengularity and the community 2007). Play Framework segue o padrão de uma arquitetura modelo-vista-controlador – MVC - (Deacon 2009). Este

padrão de arquitetura permite organizar uma aplicação em três partes interligadas, cada uma com o seu objetivo bem definido.

Numa aplicação Web o controlador é responsável por receber os pedidos e processar as respostas sobre a forma de vistas. O modelo é responsável por guardar informação recebida pelo controlador para ser mostrada na vista.

O motivo para a utilização da *framework* Play deveu-se às funcionalidades pré-existentes que esta possui como gestor de ligação à base de dados, gestor de sessão, assistentes de formulários e, principalmente por ser um requisito, possuir um módulo de internacionalização que permite ter várias linguagens bastando apenas alterar os valores num ficheiro.

### 5.2.3 Serviços Web

No âmbito deste trabalho era requerido que a aplicação permitisse a entrada de dados de forma manual ou automática. Esses dados automáticos podem ter origem em sensores localizados na quinta que façam a medição de temperatura, humidade no solo, velocidade do vento, etc.

Tendo isto em conta, foi planeada a utilização de serviços Web capazes de receber dados de um emissor através de um protocolo bem definido. Para definir esse protocolo, foi necessário ter conta as características das opções viáveis.

Dentro de um leque de várias opções protocolares, existem sempre dois que se destacam dos demais; são eles:

- **SOAP:** É um protocolo de transferência de mensagens em formato XML para o uso em ambientes distribuídos. O padrão SOAP funciona como um tipo de *framework* que permite a interoperabilidade entre diversas plataformas através da troca de mensagens.

Aplicando este padrão em serviços Web, normalmente utiliza-se o WSDL para descrever a estrutura das mensagens SOAP e as ações possíveis. A vantagem na utilização deste serviço é que várias linguagens e ferramentas conseguem ler e gerar mensagens facilmente no entanto tem a grande desvantagem de ter um *overhead* considerável que, por ser XML, pode adicionar muitas *tags* para descrever a informação que transporta. Por outro lado tem também o facto de poder

consumir um tempo considerável visto que cada mensagem enviada/recebida tem de ser serializada/desserializada, respetivamente. (W3schools 2016)

- **REST**: é outro protocolo de comunicação, baseado nos métodos existentes no HTTP. No entanto, este não impõe restrições ao formato da mensagem tornando-o mais flexível. Tal flexibilidade é vista como sendo a sua maior vantagem visto que a implementação fica ao critério de quem desenvolve o serviço, podendo assim escolher o formato que for mais adequado. Os formatos mais comuns são o JSON, XML ou texto simples mas, na teoria, qualquer formato pode ser usado (Rodriguez 2008).

Outra vantagem é também o facto de estes serviços serem mais “leves” e portanto, tornam-se mais rápidos (Pavan et al. 2012).

Olhando para as necessidades do sistema e as vantagens/desvantagens de cada um destes protocolos, a opção incidiu sobre o uso do protocolo REST por ser mais rápido e flexível e, ainda, por ser possível implementar em qualquer sistema que implemente HTTP.

#### **5.2.4 Base de Dados**

A base de dados é um componente essencial na arquitetura do sistema desenvolvido pois é nele que toda a informação vital para o funcionamento do sistema será armazenada.

Dado isto, a seleção do sistema de gestão de base de dados (SGBD) mais adequado e compatível com os requisitos deste sistema teve uma enorme importância.

Atualmente existem múltiplas escolhas possíveis desde as bases de dados relacionais, tais como o SQLServer (Microsoft Corporation 1975), MySQL (Oracle Corporation 1995), PostgreSQL (PostgreSQL Global Development Group 1996), Oracle (Oracle Corporation 2016) – entre outras - até às não relacionais como o MongoDB (10gen 2009), Cassandra (Apache Software Foundation 2008), entre outras.

A escolha entre bases de dados relacionais ou não relacionais deverá depender muito dos objetivos da aplicação. Na sua essência, ambas permitem armazenar dados e para o *software* desenvolvido, qualquer tipo servia. No entanto, visto que a *framework* java Play já vinha com suporte para bases de dados relacionais SQL, a opção tomada acabou por recair sobre uma base de dados relacional. Dentro do variado leque de opções, olhando à simplicidade, ao facto de ser gratuita (evitando assim encargos com licenças) e também por familiarização,

a opção tomada foi o uso de MySQL. Este SGBD enquadra-se perfeitamente com o pretendido, uma vez que para além de ser *freeware*, tem as características necessárias para o sistema proposto, é muito fácil de integrar numa aplicação e é muito rápida, o que se reflete como uma mais-valia para diminuir o atraso na comunicação de dados desde o pedido da aplicação cliente até receber a resposta. O MySQL é um SGBD que é otimizado para aplicações Web e é amplamente utilizado na Internet. Outra característica a favor do MySQL é a sua compatibilidade com a maioria dos sistemas operativos, Linux, Mac OS X, Windows, etc. (Schwartz et al. 2012)

### 5.2.5 Dados geográficos

Durante o desenvolvimento da aplicação foi decidido que seriam utilizados dados geográficos oficiais que poderiam ser obtidos junto do IFAP (Instituto de Financiamento da Agricultura e Pescas) com autorização dos proprietários das explorações agrícolas. Esta entidade cede os dados, mediante pagamento, em formato digital. O formato dos ficheiros é Shapefile (Esri & Paper 1998).

O Shapefile é um formato de dados vetoriais geoespaciais para *softwares* de sistemas de informação geográfica (GIS). Este formato pode descrever vetores de formas vetoriais como pontos, linhas e polígonos que podem representar, por exemplo, terrenos agrícolas, rios, lagos. Cada uma destas formas pode conter atributos que o descrevem (ex.: nome, área, etc.). As formas (pontos/linhas/polígonos) juntamente com os seus atributos podem criar infinitas representações sobre dados geográficos. Tais representações fornecem a possibilidade de uma representação específica e precisa.

Normalmente, a distribuição faz-se num conjunto de três ficheiros obrigatórios com o mesmo prefixo. Esses ficheiros são:

- .shp: ficheiro principal que guarda as formas geométricas (obrigatório);
- .shx: ficheiro de índice que guarda o índice das formas geométricas (obrigatório);
- .dbf: ficheiro que guarda os atributos de cada forma geometria (obrigatório);

Também é comum vir um quarto ficheiro com extensão “.prj” que contém informação relativa à projeção do sistema de coordenadas na qual os dados do shapefile se encontram.

Para a leitura deste tipo de ficheiros em java foi utilizada uma biblioteca denominada por GeoTools que faz a interpretação de ficheiros do tipo shapefile.



### 5.3 Modelo de dados

Para a construção e definição do modelo de dados, foi utilizado o software MySQL Workbench que permite a criação de diagramas de classes e exportação direta para um servidor de MySQL criando toda a estrutura e relações de classes que servem de modelos para objetos. No diagrama desenvolvido para servir de armazenamento de dados da aplicação, estão descritas as várias entidades do sistema, os seus atributos bem como as suas relações e os atributos de cada uma (ver anexo I).

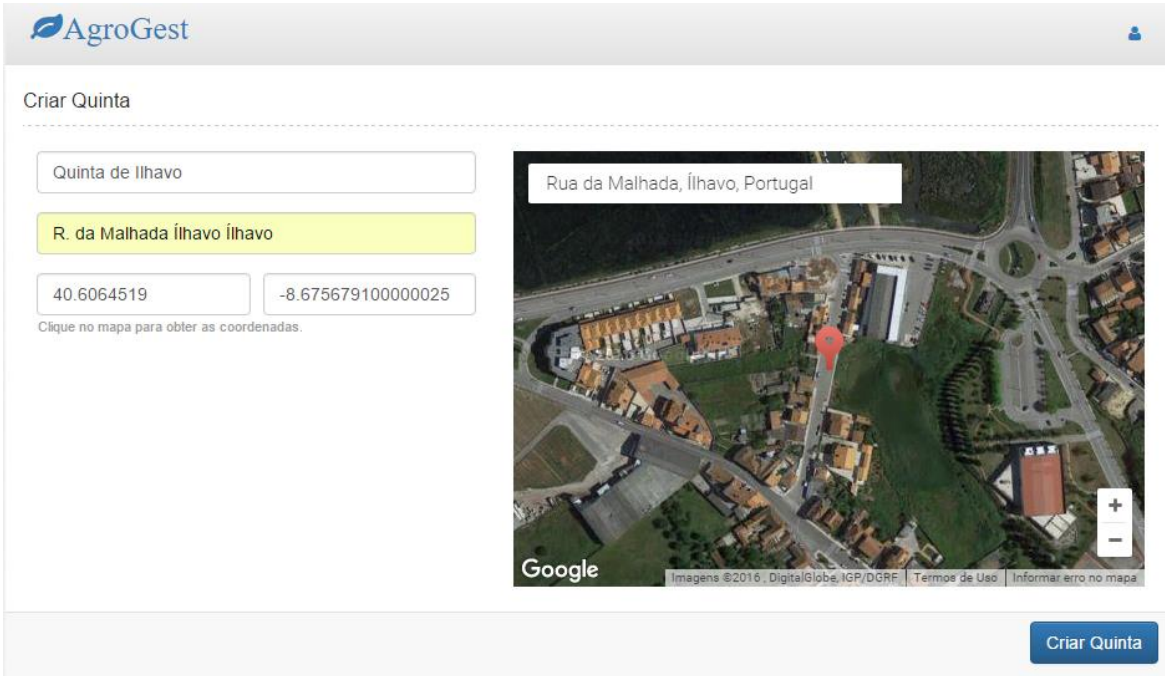
O modelo pode ser lido tendo em conta a tabela *farms* como ponto inicial. Esta tabela define os atributos de uma quinta. Nela podem estar associados um ou mais utilizadores (tabela *users*) que interagem sobre a quinta. Os utilizadores podem depois adicionar informação associada à quinta como parcelas (tabela *parcels*), os seus limites (tabela *boundaries*) e as suas categorias e classes (tabelas *category* e *classes*) correspondentes, localizações de infraestruturas (tabela *infraestrutures*) e ainda produtos (tabela *products*) que podem ser associados a tratamentos.

Os utilizadores podem também adicionar tratamentos, atividades ou observações (tabelas *treatments*, *activities* e *observations*) que ficam associadas a um limite (tabela *boundaries*) de terreno e à quinta (tabela *farms*) em questão.

Neste modelo ainda é definida a entidade sensor (tabela *sensors*) onde os sensores são descritos e podem vir a ter dados específicos associados a cada um deles (tabela *sensors\_data*).

## 5.4 Aplicação implementada

Cada utilizador pode registar-se no sistema e no seu primeiro acesso, terá de criar uma nova quinta. Para tal, surgirá uma interface como apresenta a figura 9.



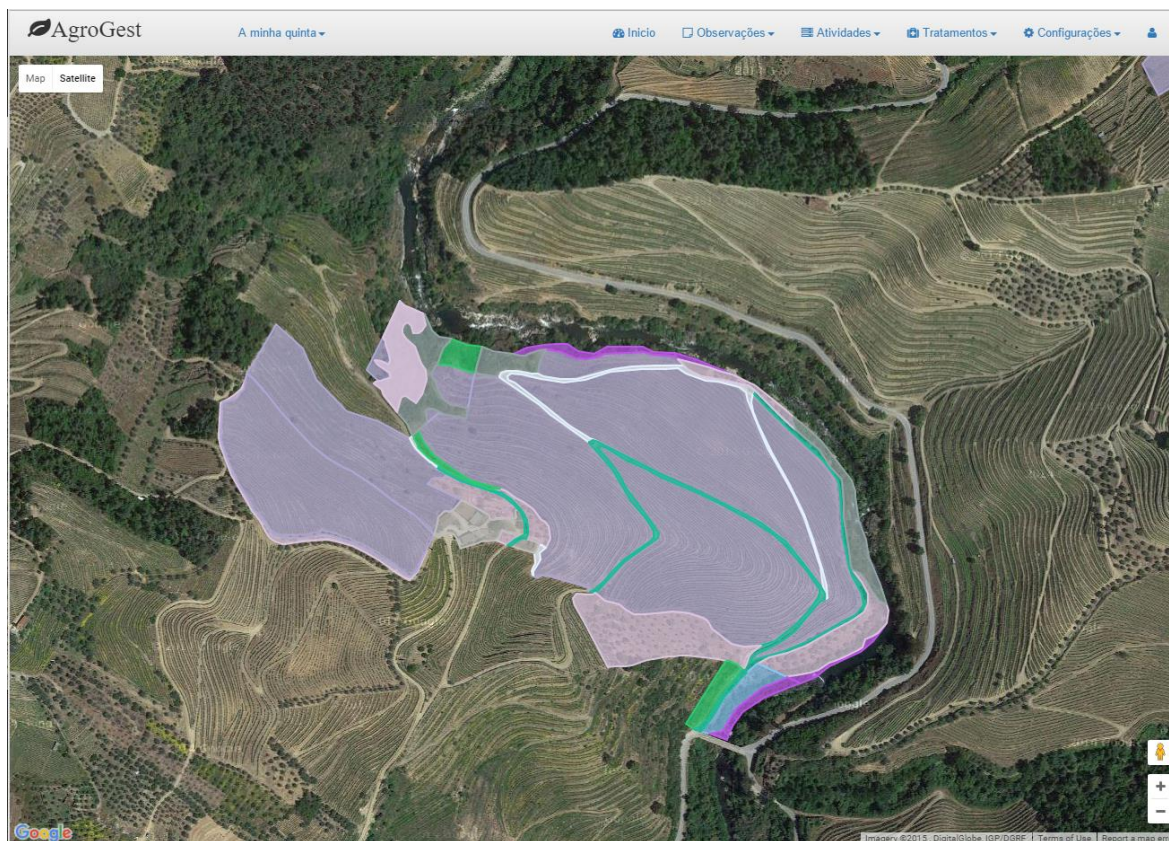
*Figura 9 - interface de criação de uma nova quinta*

Nesta interface o utilizador pode definir o nome da quinta e a sua localização geográfica.

Depois de criada a quinta, o utilizador é direcionado para a interface que contém o mapa interativo.

Tal como foi projetado no protótipo, a página principal a desenvolver teria de conter um mapa e menus onde o utilizador poderia fazer toda a interação sobre a quinta.

A figura 10 mostra a interface da página desenvolvida.



*Figura 10 - Interface (Vista Mapa)*

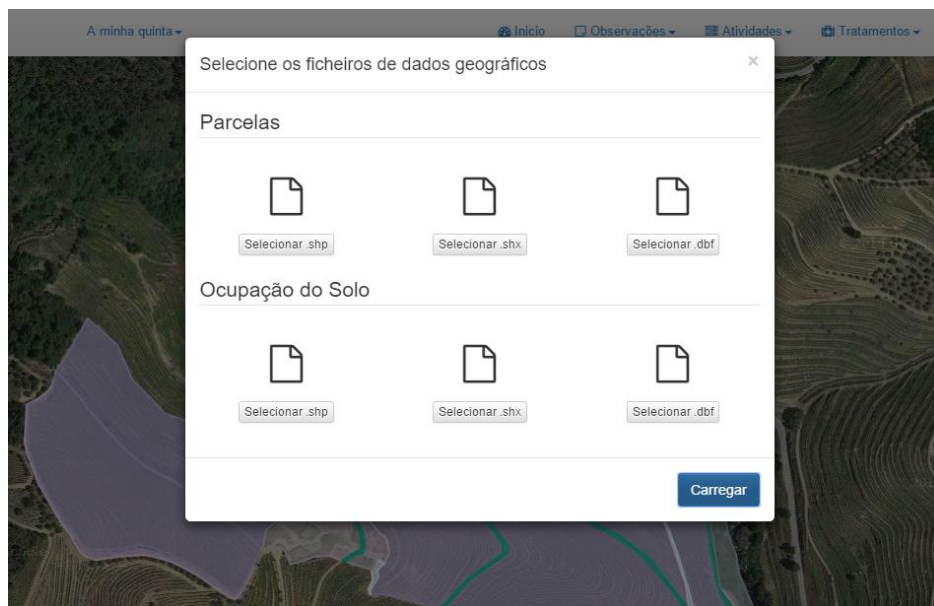
Como se pode ver na figura 10, a interface foi desenvolvida aproveitando o máximo de espaço possível para o mapa e, na parte superior, contém um menu de acesso que permite ao utilizador fazer uso das ferramentas existentes para introdução de informação no sistema.

É possível também observar no mapa as áreas coloridas que representam as divisões parcelares que foram previamente submetidas pelo utilizador. As áreas coloridas consistem em camadas sobrepostas sobre o mapa usando a API do Google Maps.



*Figura 11 - Menu da aplicação*

A figura 11 mostra o menu de interação com a aplicação. Como se pode observar, o menu que se encontra aberto é o menu configurações. Este possui algumas configurações necessárias para o funcionamento da aplicação. A mais importante, é a opção para importar os parcelários pois, sem elas, não dá para atribuir atividades/tratamentos ou observações associados às parcelas. Ao clicar na opção de importar os parcelários vai fazer surgir um *popup*, como se vê na figura 12. Aqui o utilizador terá de seleccionar três ficheiros com as divisões das parcelas mais outros três ficheiros correspondentes à ocupação do solo das parcelas dos ficheiros anteriores. Assim, a aplicação interpreta o conteúdo e retorna esse conteúdo ao utilizador sobre a forma de figuras geométricas (polígonos) desenhadas sobre o mapa para permitir uma visualização facilitada.



*Figura 12 – popup para submissão de dados pelo utilizador*

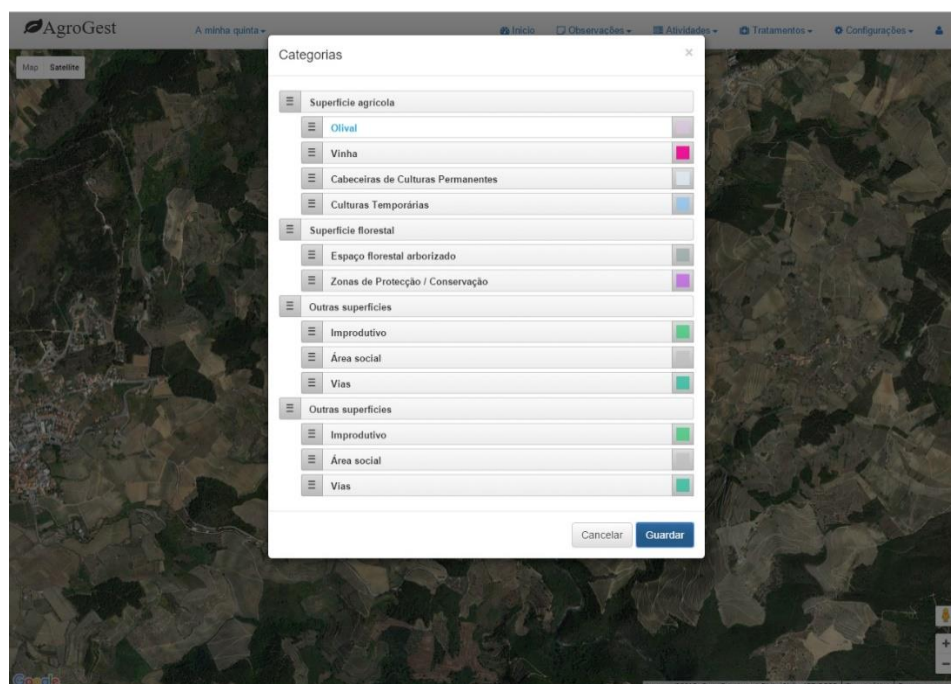
Outra característica da aplicação é a forma como lida com os formulários. Visto tratar-se de uma aplicação Web que tem como objetivo a máxima fluidez e desempenho, os dados dos formulários são submetidos de forma a não ser necessário recarregar a página. Recorrendo à funcionalidade Ajax existente no JavaScript, que é suportada por todos os navegadores, é possível fazer ligações assíncronas ao servidor. Esta funcionalidade permite que um pedido seja feito ao servidor sem que a página fique inoperável e, quando este responder, a informação será atualizada com base no resultado retornado pelo servidor.



No caso dos ficheiros de parcelário, ao clicar em carregar os ficheiros são enviados, processados e o resultado é obtido assincronamente sem a necessidade de carregar a página.

Este tipo de funcionamento foi implementado de forma padrão e funciona deste modo em todos os formulários de introdução de dados, dando um nível de interatividade como se de uma aplicação de computador se tratasse.

Relativamente aos nomes das classes atribuídos a cada área e as suas cores, elas podem ser manipulados, no menu de configurações, como mostra a figura 13.



*Figura 13 – interface de manipulação das categorias*

A figura 13 apresenta a interface que contém todas as categorias que foram obtidas a partir dos ficheiros dos parcelários. As cores são inicialmente escolhidas aleatoriamente, sendo depois possível alterar individualmente para cada categoria. Para além das cores, é também possível trocar o nome das próprias categorias.

Outra funcionalidade é o de aplicação de tratamentos como mostra a figura 14.



*Figura 14 - Interface Mapa (Criar Tratamento)*

A ação de aplicar tratamentos implica uma ação composta por vários passos: 1) seleccionar as áreas a aplicar, 2) marcar, opcionalmente, a área mais específica onde aplicar o tratamento (área vermelha na figura 14) e, por fim, escolher o produto a aplicar com as suas datas de persistência e intervalo de segurança, a data e as observações.

Por ser uma ação constituída por 3 passos em que implica seleccionar parcelas no mapa, a interação já não é feita sobre a forma de sobreposição mas sim sobre a forma de menu lateral. Nas observações e na criação de atividades o processo é análogo, variando apenas os campos de introdução de dados.

Outra página neste sistema é o *dashboard*. A figura 15 ilustra essa página.

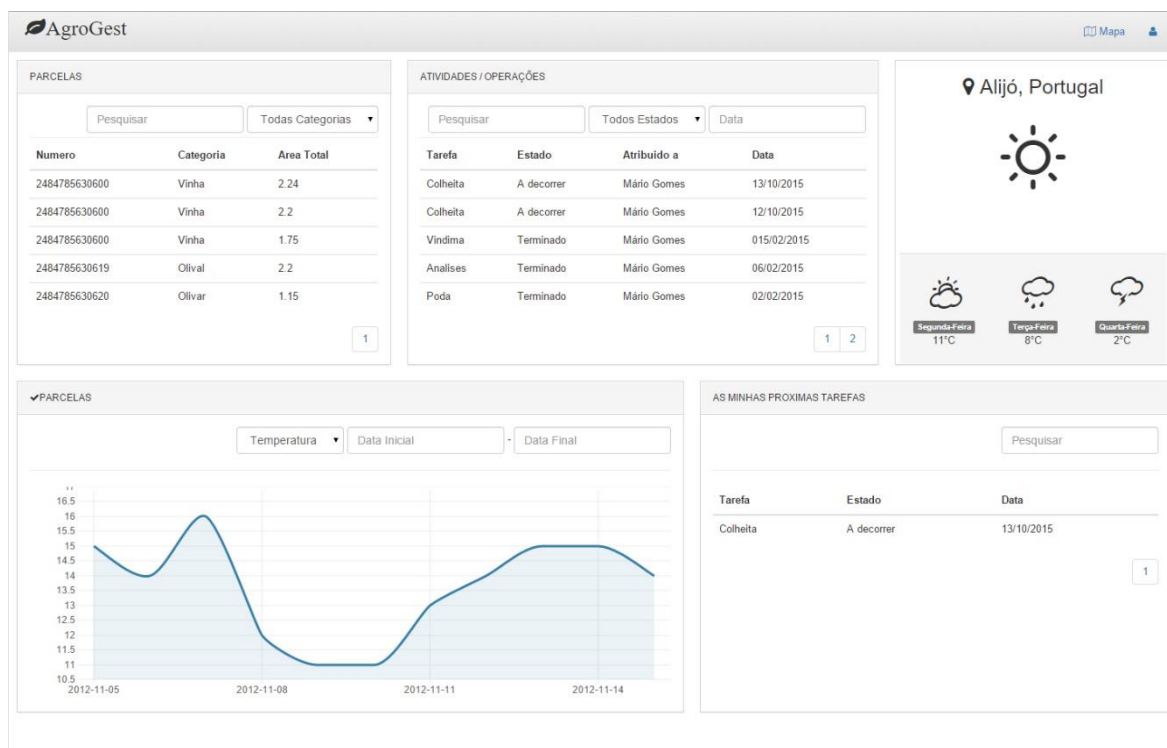
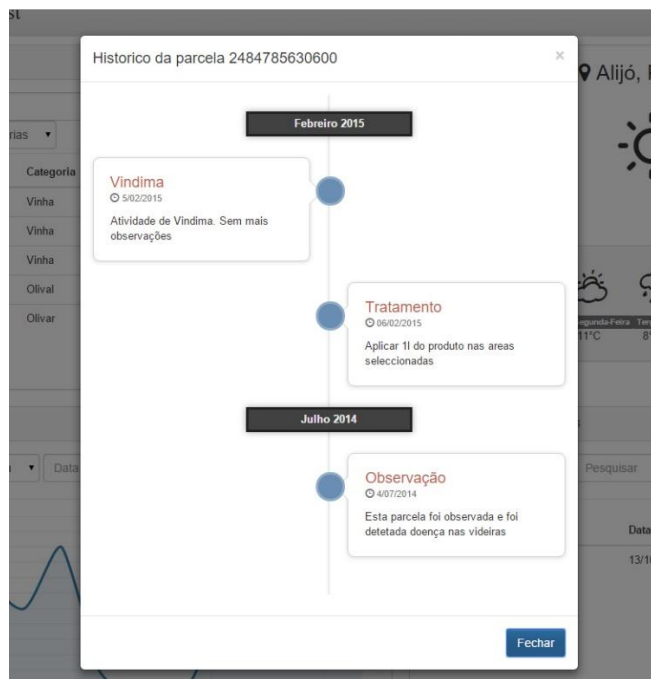


Figura 15 - Interface da página Dashboard

Ao contrário da página do mapa, a página do *dashboard* é essencialmente uma página de consulta. Nesta página podemos ver o estado atual e histórico de ações executadas na quinta. Do lado esquerdo superior, temos uma lista com todas as parcelas existentes. No centro superior, estão a lista de atividades decorridas e futuras. O lado esquerdo superior possui informação com previsões do estado do tempo. Do lado esquerdo inferior aparece um gráfico com dados recolhidos no terreno, neste caso a temperatura. Na parte direita inferior da página aparece as tarefas que o utilizador terá de registar.

O gráfico tem a função de mostrar dados históricos de valores recolhidos no terreno, seja de forma automática ou manual. Tecnicamente, o desenvolvimento do gráfico foi feita com recurso a uma biblioteca para criação de gráficos em HTML5 denominada por ChartJS que permite desenhar gráficos de diferentes tipos: linhas, barras, radar, polares e “pizzas” (ChartJS 2016).

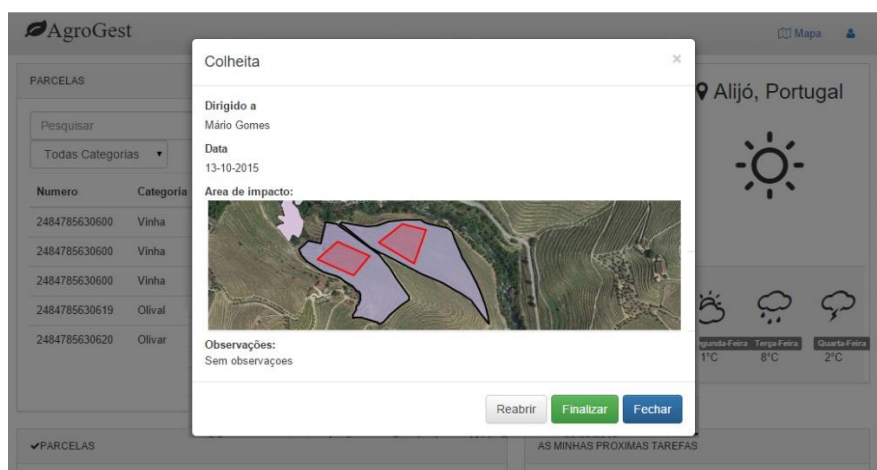
Ao clicar numa das parcelas surgirá o ecrã apresentado na figura 16.



*Figura 16 – Linha do tempo com histórico de ações sobre as parcelas*

A figura 16 mostra a cronologia relativa a uma parcela. Nesta é possível visualizar todo o histórico passado da empresa onde inclui tratamentos, observações e atividades. Esta opção tem a vantagem de permitir ao agricultor fazer um levantamento criterioso do histórico para assim estudar formas de melhorar os seus processos de controlo de gestão tendo em vista à otimização de ações.

Relativamente às atividades, ao clicar numa atividade de uma lista, a aplicação abre um ecrã como mostra na figura 17.



*Figura 17 - Detalhes de atividade*



O ecrã que surge ilustrado na figura 17 apresenta os detalhes de uma atividade. É possível a partir daqui o utilizador ter informações específicas de como proceder e é também aqui que o utilizador deve vir, caso seja o destinatário da tarefa, para finalizar a mesma.

Visto que a aplicação foi implementada tendo em conta a possibilidade de colaboração, é possível cada quinta ter vários utilizadores e para isso, um utilizador administrador terá acesso a uma interface representada pela figura 18 que permitirá a adição e gestão de utilizadores associados à quinta, incluindo permissões de utilização.

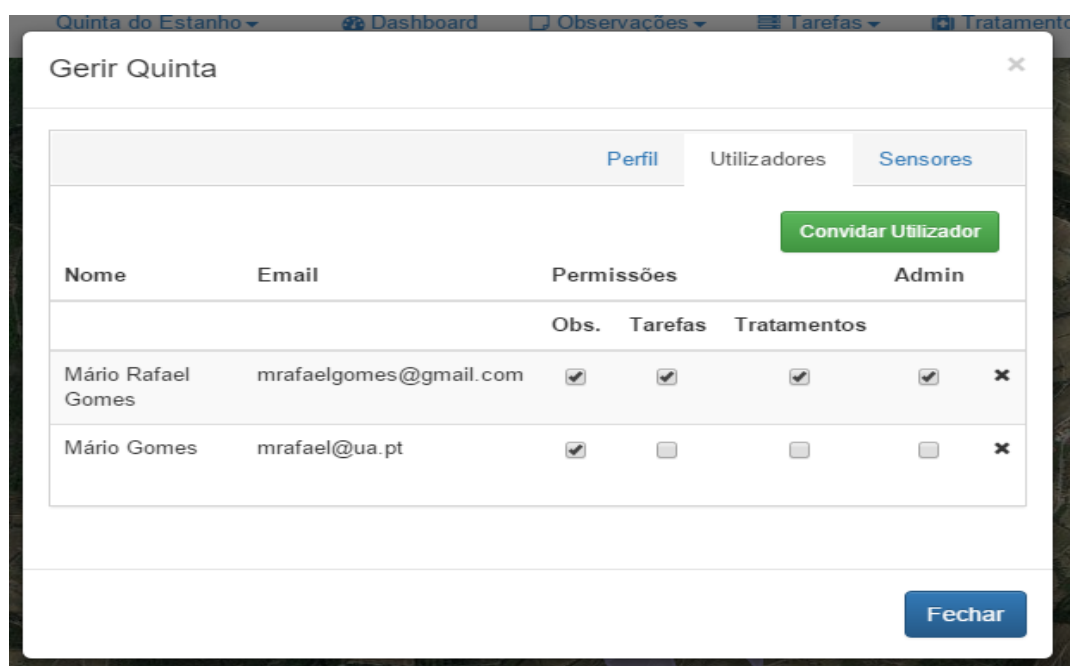


Figura 18 - interface de gestão de utilizadores da quinta

## 5.5 Serviços Web

Os serviços Web foram desenvolvidos em REST com troca de mensagens de JSON e permitem a introdução automática de dados.

Para tal é preciso o utilizador configurar o acesso nas opções de conta onde poderá criar a variável e receber o *token* de acesso bem como o identificador da variável. A interface de gestão dessas variáveis encontra-se representada na figura 19.

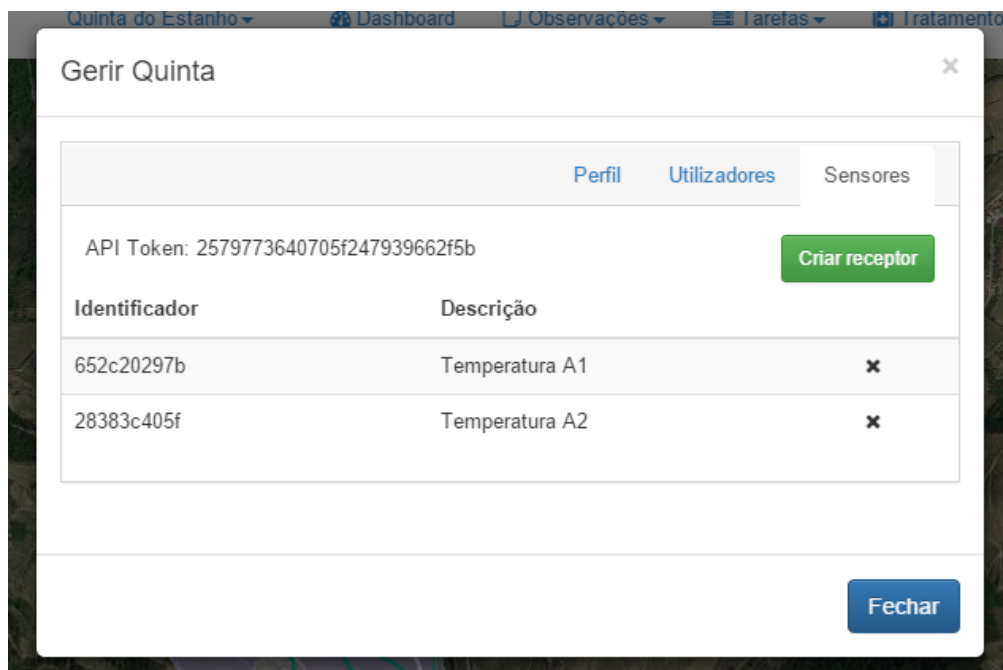


Figura 19 - interface de criação de variáveis para introdução de dados por API

Os métodos do serviço Web são os representados na tabela 2.

Método	Endereço	Variáveis	Resposta (Json)
POST	/variables	<b>var:</b> indentificador da variável <b>time:</b> horário de observação <b>value:</b> valor da variável	<b>status:</b> indica o resultado pedido ("success" ou "error") <b>id:</b> identificador do valor inserido <b>message:</b> mensagem no caso da ocorrência de erro
DELETE	/variables/{id}	<b>id:</b> identificador do valor inserido	<b>status:</b> indica o resultado pedido ("success" ou "error") <b>message:</b> mensagem no caso da ocorrência de erro

Tabela 2 – Tabela de serviços Web implementados

O primeiro método, é um método POST acessível no endereço <http://exemplo.com/variables> e é necessário fornecer o identificador da variável (var), o horário de observação e o valor da observação (value). Estes dados são depois guardados na base de dados para possibilitar uma futura consulta em forma de gráfico temporal. Ao tentar guardar os dados na base de dados, é retornada uma mensagem JSON de resposta que indica o sucesso ou insucesso da operação. Em caso de sucesso é retornado um identificador (id) do registo inserido para a possibilidade de remoção do mesmo, usando o segundo método (endereço exemplo: <http://exemplo.com/variable/123>) onde 123 é o identificador do registo.

Todos os métodos são invocados usando o valor do *token* no campo X-TOKEN do cabeçalho do pedido HTTP.

## **5.6 Dificuldades encontradas**

A primeira dificuldade encontrada foi com o uso de Mapas de Google e a sua biblioteca de desenho. A API é muito limitada e poucas são as opções disponíveis para desenhar polígonos sobre o mapa. Mais especificamente, surgiram dificuldades na parte em que se cria um novo tratamento e é necessário desenhar a área (polígono) para seleccionar a zona onde o tratamento será aplicado (outro polígono representativo da parcela a aplicar o tratamento). Para contornar este problema, tirou-se a opção de desenhar a área e passou-se a seleccionar a parcela inteira dando ainda a opção ao utilizador de escrever texto de observação onde pode referir mais especificamente a zona, caso pretenda.

Outra dificuldade encontrada foi no uso dos ficheiros do tipo *shapefile*. A projeção que vinha indicada no ficheiro .prj fornecido pelo IFAP não correspondia a um sistema de coordenadas universal e, por isso, as biblioteca de leitura dos ficheiros *shapefile* não detetavam corretamente as formas geográficas fazendo com que estas aparecessem desfasadas da realidade. Após várias tentativas, a solução passou por ignorar o ficheiro .prj e assumir que os ficheiros vindos do IFAP vinham no sistema de coordenadas “EPSG: 20790 (Datum Lisboa/ Hayford-Gauss com falsa origem - Coordenadas Militares)” e usar um .prj correspondente.

## 6. Conclusão e trabalho futuro

Esta dissertação assumiu o objetivo da elaboração de um sistema de informação para apoio à agricultura.

O trabalho desenvolvido envolveu um caso de estudo que consistia numa empresa vitivinícola de produção e venda de vinhos do Douro. Com base neste caso de estudo foi possível definir os objetivos e passos a tomar para a implementação de um sistema de informação de gestão agrícola.

Inicialmente começou-se por fazer uma análise de soluções de sistemas de informação já existentes no mercado e das suas características, verificando se eram adaptáveis aos objetivos inicialmente definidos com base no caso de estudo. Como não havia nenhuma ferramenta satisfatória partiu-se para a construção de um *software* de raiz.

A conceção de um sistema que viesse responder às necessidades dos agricultores passa muitas vezes por gestão no terreno com ordens de trabalho, tratamentos, atividades, recolha de informação e esse processo, quando organizado e centralizado num sistema de informação torna-se numa ferramenta poderosa para apoio à decisão.

O sistema foi desenvolvido com recurso a tecnologias criteriosamente escolhidas, tendo em conta as características de integração e desenvolvimento do sistema, contemplando os requisitos e funcionalidades requeridas.

O resultado final traduz-se num sistema de *software* Web que apresenta das características e funcionalidades definidas nos requisitos iniciais e com isso é seguro dizer que a sua utilização constitui uma ferramenta poderosa para controlo e gestão de atividades agrícolas.

Com a realização deste trabalho concluiu-se que o desenvolvimento de sistemas de informação para o sector agrícola apresenta desafios bastante interessantes e mostrou que ainda há bastante potencial de exploração de negócio na realização de sistemas de informação para o sector.

Trabalhos futuros poderão passar pela integração deste *software* num sistema ERP adquirindo assim todas as vantagens inerentes a este tipo de sistemas. Desta forma conseguir-se-ia abranger todos os níveis de uma organização e oferecer um pacote completo

com o melhor dos dois mundos (ERP e FMIS). Por outro lado, visto que a agricultura de precisão é uma área em crescimento, existe ainda a possibilidade de implementar novas funcionalidades que permitam outro tipo de controlo em tempo real.

## 7. Bibliografia

- 10gen, 2009. MongoDB. Available at: <https://www.mongodb.com/>.
- Abdinnour-Helm, S., Lengnick-Hall, M.L. & Lengnick-Hall, C. a., 2003. Pre-implementation attitudes and organizational readiness for implementing an enterprise resource planning system. *European Journal of Operational Research*, 146(2), pp.258–273.
- Agrimap. LLC, 2016. Agri360.
- Agrivi, 2016. Agrivi.
- Albersmeier, F. et al., 2009. The reliability of third-party certification in the food chain: From checklists to risk-oriented auditing. *Food Control*, 20(10), pp.927–935. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2009.01.010>.
- Apache Software Foundation, 2008. Cassandra. Available at: <http://cassandra.apache.org/>.
- Barabba, V.P., 1991. Through a Glass Less Darkly. *Journal of the American Statistical Association*, 86(413), pp.1–8.
- Blackmore, B.S., 2000. Using Information Technology to improve crop management – Weather & Agro-Environmental Management.
- Bootstrap Core Team, 2011. Bootstrap. Available at: <http://getbootstrap.com/>.
- Chang, H.H., 2006. Technical and management perceptions of enterprise information system importance, implementation and benefits. *Information Systems Journal*, 16(3), pp.263–292.
- ChartJS, 2016. ChartJS. Available at: <http://www.chartjs.org/>.
- Chvatalova, Z. & Koch, M., 2015. Optimizing of Information Systems in Companies: Support of Sustainable Performance ☆. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, pp.842–847.
- Davis, G.B.. & Olson, M.H., 1984. *Management information systems: conceptual foundations, structure, and development* 2nd ed., New York, NY, USA: McGraw-Hill, Inc.
- Deacon, J., 2009. Model-view-controller (mvc) architecture. *Computer Systems Development*, pp.1–6. Available at: <https://techsimplified2.com/Uploads/Agendas/October28,2011.pdf>.
- Esri, A. & Paper, W., 1998. ESRI Shapefile Technical Description. *Computational Statistics*, 16(July), pp.370–371. Available at: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>.
- Falkenberg, E.D. et al., 1998. *A framework of information system concepts - The FRISCO Report.*, Available at: <http://cs-exhibitions.uni-klu.ac.at/index.php?id=445>.
- Grabski, S. V. & Leech, S.A., 2007. Complementary controls and ERP implementation success. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8(1), pp.17–39.

- Grow Smarter, I., 2016. Vitsmarker.
- Gurbaxani, V. & Whang, S., 1991. The Impact of Information Systems on Organizations and Markets. *Communications of the ACM*, 34(1), pp.59–73.
- Husemann, C. & Novković, N., 2014. FARM MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS: A CASE STUDY ON A GERMAN MULTIFUNCTIONAL FARM. *Economics of Agriculture*.
- iAgri Limited, 2016. iAgri.
- ISAGRI Group, 2016. ISAMARGEM.
- Kale, V., 2010. *Implementing SAP R/3: The Guide for Business and Technology Managers* 1st Editio., Sams Publishing.
- Kallunki, J.-P., Laitinen, E.K. & Silvola, H., 2011. Impact of enterprise resource planning systems on management control systems and firm performance. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(1), pp.20–39. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.accinf.2010.02.001>.
- Kingsbury, N., 2009. *Hybrid: The history and science of plant breeding*,
- KWAHK, K. & LEE, J., 2008. The role of readiness for change in ERP implementation: Theoretical bases and empirical validation. *Information & Management*, 45(7), pp.474–481. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378720608000906>.
- Lev-Yadun, S., Gopher, a & Abbo, S., 2000. Archaeology. The cradle of agriculture. *Science (New York, N.Y.)*, 288(5471), pp.1602–1603.
- Lightbend; Zengularity and the community, 2007. Play Framework. Available at: <https://www.playframework.com/>.
- Malhotra, R. & Temponi, C., 2010. Critical decisions for ERP integration: Small business issues. *International Journal of Information Management*, 30(1), pp.28–37.
- Markus, M.L. & Tanis, C., 2000. The enterprise systems experience-from adoption to success. Em R. W. Zmud, ed. *Framing the Domains of IT Management: Projecting the Future Through the Past*. Pinnaflex Education Resources, Inc, pp. 173–207.
- Mazoyer, M. & Roudart, L., 2009. *História das agriculturas no mundo*, Editora UNESP.
- Microsoft Corporation, 1975. SQL Server. Available at: <https://www.microsoft.com/pt-pt/server-cloud/products/sql-server/overview.aspx>.
- Monk, E. & Wagner, B., 2009. *Concepts in Enterprise Resource Planning*, Boston, Massachusetts: Course Technology Cengage Learning.Boston.
- Moreira, M.B., 2004. Agriculture and food in the globalization age. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, pp.17–28. Available at: <http://hdl.handle.net/10400.5/1263/n>.
- Moseley, W.G., 2015. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868910195>.
- Motiwalla, L.F.. & Thompson, J., 2009. *Enterprise Systems for Management*, Upper Saddle

- River, NJ 07458: Pearson / Prentice Hall.
- Murakami, E. et al., 2007. An infrastructure for the development of distributed service-oriented information systems for precision agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 58(1), pp.37–48. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2006.12.010>.
- Nildes Pitombo Leite, Lindolfo Galvão Albuquerque, C.T.K., 2010. REFLEXÕES SOBRE COMPROMETIMENTO E GESTÃO DE PESSOAS EM ESTRUTURAS ORGANIZACIONAIS INOVATIVAS E REMOTAS\*. *RAI – Revista de Administração e Inovação*, 7(4), pp.87–112.
- O'Brien, J.A., 1999. *Management Information Systems – Managing Information Technology in the Internetworked Enterprise*, Irwin McGraw-Hill Publications.
- O'Brien, J.A., 2004. *Management Information Systems: Managing Information Technology in the Business Enterprise* 6th ed., New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Oracle Corporation, 1995. MySQL. Available at: <https://www.mysql.com/>.
- Oracle Corporation, 1978. Oracle. Available at: <https://www.oracle.com/uk/database/index.html>.
- Overton, M., 1996. *Agricultural Revolution in England The Transformation of the Agrarian Economy 1500–1850*,
- Pavan, K.P., Sanjay, A. & Zornitza, P., 2012. Comparing Performance of Web Service Interaction Styles: SOAP vs . REST. *2012 Proceedings of the Conference on Information Systems Applied Research*, pp.1–24.
- Pesonen, L., Koskinen, H. & Rydberg, A., 2008. InfoXT - User-centric mobile information management in automated plant production. *Norway: Publication of the Nordic Innovation Centre*.
- PostgreSQL Global Development Group, 1996. PostgreSQL. Available at: <https://www.postgresql.org/>.
- Quercus, 2016. Agricultura Sustentável: A agricultura industrializada. Available at: <http://www.quercus.pt/artigos-agricultura-sustentavel/3116-a-agricultura-industrializada> [Acedido Junho 4, 2016].
- Robey, D., Ross, J.W. & Boudreau, M.C., 2002. Learning to implement enterprise systems: An exploratory study of the dialectics of change. *Journal of Management Information Systems*, 19(1), pp.17–46.
- Rodriguez, A., 2008. Restful web services: The basics. *Online article in IBM DeveloperWorks Technical Library*, (November), pp.1–11. Available at: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:RESTful+Web+services++The+basics#0>.
- Ross, J.W. & Vitale, M.R., 2000. The ERP Revolution: Surviving vs. Thriving. *Information Systems Frontiers*, 2(2), pp.233–241. Available at: [http://search.proquest.com/docview/232060232?accountid=35273&http://gx8zx6zq4j.search.serialssolutions.com/?ctx\\_ver=Z39.88-2004&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft\\_id=info:sid/ProQ:abiglobal&rft\\_val\\_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre](http://search.proquest.com/docview/232060232?accountid=35273&http://gx8zx6zq4j.search.serialssolutions.com/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQ:abiglobal&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:journal&rft.genre)



e=article&rft.jtitl.

- Rossetti, A.G. & Morales Tcholakian, A.B., 2007. O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. *Ciência da Informação*, [S.l.], 36.
- Schade, A., 2014. Responsive Web Design (RWD) and User Experience. *Nielsen Norman Group*. Available at: <http://www.nngroup.com/articles/responsive-web-design-definition/>.
- Schwartz, B., Zaitsev, P. & Tkachenko, V., 2012. *High Performance MySQL: Optimization, Backups, and Replication*, Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract> \n[http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=iaCCQ13\\_zMIC&oi=fnd&pg=PT7&dq=High+Performance+MySQL&ots=3FI-\\_34Ep3&sig=aWdPyNcsxMxX62g6G9L1w4CxapY](http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=iaCCQ13_zMIC&oi=fnd&pg=PT7&dq=High+Performance+MySQL&ots=3FI-_34Ep3&sig=aWdPyNcsxMxX62g6G9L1w4CxapY) \n<http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=>.
- Sørensen, C.G. et al., 2010. Conceptual model of a future farm management information system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72(1), pp.37–47. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169910000396>.
- Tezza, R., Bornia, A.C. & Vey, I.H., 2010. Sistemas de medição de desempenho: uma revisão e classificação da literatura. *Gestão & Produção*, 17(1), pp.75–93.
- Verdouw, C.N., Robbmond, R.M. & Wolfert, J., 2015. ERP in agriculture: Lessons learned from the Dutch horticulture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114(0), pp.125–133. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816991500109X>.
- W3schools, 2016. SOAP. Available at: [http://www.w3schools.com/xml/xml\\_soap.asp](http://www.w3schools.com/xml/xml_soap.asp) [Acedido Junho 4, 2016].
- Waarts, E., van Everdingen, Y.M. & van Hillegersberg, J., 2002. The dynamics of factors affecting the adoption of innovations. *Journal of Product Innovation Management*, 19(6), pp.412–423.
- Wolfert, J. et al., 2010. Organizing information integration in agri-food-A method based on a service-oriented architecture and living lab approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(2), pp.389–405.

## **8. Anexos**

## 8.1 Anexo I – Diagrama de classes com a estrutura de dados da aplicação

